Med 54

AUS DEM BERNHARD-NOCHT-INSTITUT FÜR SCHIFFS- UND TROPENKRANKHEITEN
(DIREKTOR: PROFESSOR DR. DR. H. C. E. G. N A U C K)

MÖGLICHKEITEN DER SEUCHENVERSCHLEPPUNG DURCH DEN LUFTVERKEHR UND IHRE EINSCHRÄNKUNG DURCH INTERNATIONALE SANITÄRE ABKOMMEN

DISSERTATION
ZUR ERLANGUNG DES GRADES EINES DOKTORS DER MEDIZIN
DER MEDIZINISCHEN FAKULTÄT DER UNIVERSITÄT HAMBURG

VORGELEGT VON
EDUARD FARTHMANN
AUS BÜNDE/WESTF.

HAMBURG 1961

Aus dem Bernhard-Nocht-Institut für Schiffs- und Tropenkrankheiten
(Direktor: Professor Dr. Dr. h.c. E. G. N a u c k)

Möglichkeiten der Seuchenverschleppung durch den Luftverkehr und ihre Einschränkung durch internationale sanitäre Abkommen

Dissertation
zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin
der Medizinischen Fakultät der Universität Hamburg

vorgelegt von
Eduard Farthmann
aus Bünde/Westf.

Hamburg 1961

Angenommen von der Medizinischen Fakultät der Universität Hamburg

am: 30. 8. 1961

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Universität Hamburg

Dekan: Professor Dr. R. Prévôt

Referent: Prof. Dr. Dr. h. c. Bauch

Korreferent: _____

I N H A L T

		Seite
A.	EINLEITUNG	1
B.	MÖGLICHKEITEN EINER SEUCHENVERSCHLEPPUNG DURCH DEN LUFTVERKEHR	6
	I. Infektiöses Material	9
	II. Infizierte Menschen	13
	III. Arthropoden	27
	IV. Nager	38
C.	INTERNATIONALE SANITÄRE ABKOMMEN	40
D.	SANITÄRE MASSNAHMEN IM INTERNATIONALEN LUFTVERKEHR	48
	I. Sanitäre Kontrolle auf Flughäfen	53
	II. Behandlung von Luftreisenden	59
	III. Insektenkontrolle	64
	IV. Nagerkontrolle	72
E.	SCHLUSSFOLGERUNGEN	73
F.	ZUSAMMENFASSUNG	78
G.	LITERATURVERZEICHNIS	81

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

A. EINLEITUNG

Zu allen Zeiten der Geschichte haben Seuchen die Menschheit heimgesucht. Ihr Auftreten hat Kriege entschieden, die Bevölkerung ganzer Gebiete demiziert und bis in die jüngste Zeit die Entwicklung großer Teile der Erde wesentlich mitbestimmt.

Bis zur Ausbildung der modernen Mikrobiologie und der experimentellen Erforschung der Infektionskrankheiten auf naturwissenschaftlicher Grundlage hatte sich die Epidemiologie beim Studium der Seuchenabläufe auf die Beobachtung der Vorgänge beschränken müssen, ohne in der Lage zu sein, auch die primäre Ursache der Infektionskrankheiten erkennen zu können. Dabei waren die unablässigen Bemühungen, mit Hilfe induktiv-analytischer Methoden zu einer ursächlichen Klärung der Zusammenhänge zu kommen, wenig befriedigend geblieben.

Man faßte in früherer Zeit als Seuche, Pest oder Pestilenz die verschiedensten heterogenen Massenerkrankungen auf, die eine Bevölkerung befallen konnten. Genaue Beobachtungen und scharfsinnige Folgerungen führten zwar schon früh zu der Vorstellung eines contagium animatum, aber es gab keine Möglichkeit, etwa den Ergotismus oder massiert auftretende Avitaminosen wie den Skorbut als etwas grundsätzlich Verschiedenes von den infektiösen Seuchen abzutrennen. Das wurde erst durch die systematischen Arbeiten Robert Kochs eingeleitet. Erst nach der Entdeckung der Seuchenerreger als spezifischer Mikroorganismen mit konstanten Eigenschaften ließ sich eine präzise Definition des Seuchenbegriffs formulieren. In Anlehnung an KISSKALT, GOTTSTEIN und DE RUDDER wird unter "Seuche" in den folgenden Ausführungen eine "durch einen Mikroorganismus hervorgerufene übertragbare Krankheit gefährlichen Charakters mit der Tendenz zur Massenausbreitung" verstanden. Es bleibt bei dieser Definition die noch offene Frage unberücksichtigt, ob und inwieweit die kleinsten Viren dem Begriff "Mikroorganismus" tatsächlich entsprechen.

Unter den Seuchen sind "stationäre" oder"Heimseuchen" von den "Wanderseuchen" unterschieden worden. Typische Seuchenzüge über Länder und Kontinente sind von jeher charakteristisch gewesen für die Cholera, die Pest, die Pocken, die Influenza, das Fleck- und Läuserückfallfieber. Die beiden letzteren waren in früheren Zeiten die verheerenden Begleiter der Armeen, die ihre Verbreitung besorgten. Diese großen, typischen Wanderseuchen aber hatten auch ihre stationären Herde, in denen sie endemisch fortbestanden, und von denen aus sie in unberechenbaren Zeitabständen ihre Seuchenzüge antraten. Andererseits sind auch für die meisten Heimseuchen Wanderung und Ausbreitungstendenz in regelloser Abwechslung mit stationärem Verhalten feststellbar: so für den Scharlach, die Masern, die Diphtherie, die Poliomyelitis und andere. Ein grundsätzlicher Unterschied besteht also zwischen Wanderseuchen und Heimseuchen epidemiologisch nicht. Bei den großen Seuchen sind nur die Befallszahlen, die Gefährlichkeit, die Schnelligkeit der Ausbreitung und das völlige Verschwinden zwischen den Seuchenzügen immer besonders auffallend gewesen.

Schnelligkeit und Ausmaß der Ausbreitung einer seuchenhaften Erkrankung nach ihrer Einschleppung in eine Bevölkerung werden im wesentlichen durch drei Faktoren entschieden:

1. die biologischen Eigenschaften des Erregers,
2. die Empfänglichkeit der betreffenden Bevölkerung für die spezifische Infektion, d.h. der Immunitätszustand,
3. die Art und Intensität des Kontaktes der empfänglichen Individuen der Bevölkerung mit dem pathogenen Agens.

Diese wesentlichen Faktoren für die Ausbreitung jeder Infektionskrankheit bilden auch die Grundlage für die hier erörterte Frage, ob und inwieweit der Luftverkehr einen Einfluß auf die Seuchenlage genommen hat oder möglicherweise nehmen wird.

Die Wege, die die Seuchen bei ihrer Ausbreitung genommen haben, waren meist identisch mit den Handels- und Karawanenstraßen,

den Marschrouten der Heere und Armeen, den Schiffahrtswegen und den Routen der großen Pilgerzüge. Die besten Aufzeichnungen über die Ausbreitungen von Seuchen durch Massenbewegungen von Menschen liegen vor aus Kriegszeiten, in denen seuchenhafte Krankheiten die Heereszüge begleiteten und in die Zivilbevölkerung der durchzogenen Gebiete einbrachen oder auch ganze Armeen beim Einmarsch in endemische Seuchengebiete befielen (SCHLOSSBERGER, 84). Aber auch die Ausbreitung der Cholera und der Pest entlang der alten chinesischen Seidenstraße und auf den Schiffahrtswegen sind vielfach belegt, ebenso wie die große Rolle der Pilgerfahrten nach Mekka für die Seuchenverbreitung, besonders der Cholera.

Weitgehend unabhängig von den Verkehrsverbindungen der Menschen breiten sich die seuchenhaften Erkrankungen aus, die sich nicht überwiegend in menschlichen Bevölkerungen, sondern innerhalb bestimmter Tierspezies abspielen: die Anthropozoonosen, insbesondere die Lyssa, die Tularaemie und, bis zu einem gewissen Grade, auch die Pest. Die Ausbreitung dieser Seuchen ist gebunden an Wanderungen der Reservoir-Spezies: Wölfe, Schakale und streunende Hunde bei der Tollwut, Nager bei der Tularaemie und Pest, wobei sich die Ratten als Träger der Pest mit Vorliebe menschlicher Transportmittel, besonders der Schiffe, bedienen.

Jahrhundertelang stellte der Schiffsverkehr den nahezu einzigen Kontakt zwischen den Kontinenten her und verband auf diese Weise Seuchenherde und seuchenfreie Gebiete. Es wurde daher das erste und bevorzugte Objekt präventiver Bemühungen, die eine Seuchenverschleppung verhüten sollten. Der Begriff der Quarantäne entstand im Zusammenhang mit dem Schiffsverkehr und nahm seinen Ausgang vom Seehandel italienischer Republiken des 14. und 15. Jahrhunderts. Der Schwerpunkt der Abwehrmaßnahmen lag in den Hafenstädten, die zu wirksamen Barrieren gegen die Einschleppung seuchenhafter Erkrankungen wurden.

Mit dem Luftverkehr entstand eine völlig neue Verkehrsmöglichkeit, die in der Folgezeit einen rapiden Aufschwung nahm. Während

nach Angaben der International Civil Aviation Organization (ICAO) 1937 in der ganzen Welt ca. 2,5 Mill. Flugreisende befördert wurden, waren es 1957 bereits 90 Mill., und 1959 wurde die 100 Mill.-Grenze überschritten. Dieser Zuwachs wurde durch eine stetige Steigerung der Geschwindigkeit und des Fassungsvermögens der Flugzeuge ermöglicht. Durch die Einführung von Strahltriebwerken in die Zivilluftfahrt konnte in der jüngsten Vergangenheit eine erhebliche Verkürzung der Flugzeiten bei einer gleichzeitigen Erhöhung der Passagierkapazität erreicht werden. Auf der Seite des Bedarfs ist ein starkes Anwachsen des Tourismus zu verzeichnen, dessen wirtschaftlicher Wert heute bereits den des Weltweizenhandels übersteigt. Ein weiteres Kennzeichen der jüngsten Entwicklung ist die Steigerung des Luftfrachtverkehrs, die durch den Einsatz von speziellen Frachtflugzeugen mit großer Ladekapazität begünstigt wird.

Der Luftverkehr in seiner heutigen Form kann auf sehr unterschiedliche Weise medizinische Belange berühren:

1. Die direkten Auswirkungen des Fluges wie Luftkrankheit, Sauerstoffmangel etc. können die Gesundheit des einzelnen Reisenden beeinträchtigen.
2. Durch Krankheiten mit plötzlichem Beginn wie Nahrungsmittelvergiftungen kann neben der Gesundheit der Fluggäste die Flugsicherheit gefährdet werden, wenn Besatzungsmitglieder betroffen sind. Die 4. Weltgesundheitsversammlung wies auf diese Gefahr nachdrücklich hin.
3. Durch die Begünstigung der Ausbreitung bestimmter infektiöser Krankheiten kann der Luftverkehr Rückwirkungen auf die Seuchenlage haben.

Die letztgenannte Möglichkeit soll im Rahmen dieser Arbeit näher untersucht werden. Zu diesem Zweck sollen zunächst die besonderen Gegebenheiten des Luftverkehrs herausgestellt werden, durch die eine Beeinflussung der Seuchenlage denkbar ist, sowie die speziellen Mechanismen, die für die Ausbreitung der bestehenden Seuchenherde bzw. Seuchengebiete von Bedeutung sind.

Hierbei müssen auch völlig neue Gesichtspunkte berücksichtigt werden, die sich aus der von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) angestrebten und z.T. regional schon erreichten Ausrottung weit verbreiteter endemischer Erkrankungen ergeben. Anschließend soll die Entwicklung internationaler sanitärer Abkommen und ihre Anpassung und Anwendung auf den Luftverkehr behandelt werden.

Es wurde im Rahmen dieser Arbeit versucht, einen Überblick über die Literatur zu geben und die gesicherten Ergebnisse aufzuzeigen. Nicht alle mit dem Thema in Zusammenhang stehenden Arbeiten konnten beschafft werden, da die Literatur sehr weit verstreut ist. Soweit aus Referaten geschlossen werden darf, sind aber alle wichtigen Veröffentlichungen für diese Übersicht nach dem Original ausgewertet worden.

B. MÖGLICHKEITEN EINER SEUCHENVERSCHLEPPUNG DURCH DEN LUFTVERKEHR

Die Auswirkungen des Luftverkehrs auf die Seuchenlage unterscheiden sich nach Art und Ausmaß von denen der herkömmlichen Verkehrsmittel, die zusammengefaßt dem Luftverkehr als Oberflächenverkehr gegenübergestellt werden können. Diese Unterschiede ergeben sich aus den Besonderheiten des Luftverkehrs, die ihn gegenüber dem Oberflächenverkehr kennzeichnen:

1. Der Luftverkehr ist die schnellste Möglichkeit des Personen- und Gütertransportes.
2. Trans- und interkontinentale Luftlinien stellen den Kontakt aller Weltteile miteinander her.
3. Die Ausstattung von Flugzeugen unterliegt Raum- und Gewichtsbeschränkungen.
4. Der Luftverkehr ist für seine Abwicklung auf die Einrichtung von Flughäfen angewiesen.

Durch diese Eigenschaften des Luftverkehrs wird die Verbreitung bestimmter Krankheiten begünstigt, die anderer erschwert. Es besteht ein direkter Zusammenhang zwischen der Art der Infektkette einer Krankheit und der Wahrscheinlichkeit ihrer Ausbreitung durch den Luftverkehr, und zwar steht die Kompliziertheit einer Infektkette in umgekehrtem Verhältnis zu der Wahrscheinlichkeit einer Verbreitung. Diese ist also am größten bei einer Krankheit, die direkt von Mensch zu Mensch durch Kontakt übertragen wird (Pocken), schon geringer, wenn die Erreger mit infektiösem Material aufgenommen werden müssen (Cholera), sehr gering bei der Beteiligung eines tierischen Organismus als obligatem Überträger (Gelbfieber) und erscheint kaum gegeben bei komplizierten Entwicklungszyklen in Zwischenwirten (Bilharziosis).

Grundsätzlich ist nur die Verschleppung von solchen Krankheiten von Belang, deren Vorkommen auf bestimmte Gebiete der Erde beschränkt ist. Unter diesen Krankheiten können zwei Gruppen unterschieden werden:

1. Krankheiten, deren Vorkommen durch naturgegebene Umweltfaktoren beschränkt ist, in erster Linie des Klimas und der Fauna. Sie können durch den Luftverkehr nur innerhalb ihrer naturgegebenen Grenzen verbreitet werden (Schlafkrankheit, Gelbfieber, Malaria u.a.).
2. Krankheiten, deren Vorkommen durch entwicklungsbedingte Umweltfaktoren geographisch eingeengt ist, in erster Linie durch den Stand der privaten und öffentlichen Hygiene zusammen mit Maßnahmen des öffentlichen Gesundheitswesens (Vakzinationen). Diese Krankheiten können in Gebiete verschleppt werden, in denen die Voraussetzungen für eine progressive Ausbreitung erhalten geblieben oder erneut aufgetreten sind (Pocken, Fleckfieber, Pest, Cholera u.a.).

Unter dem Gesichtspunkt der Gefährdung durch die Einschleppung einer seuchenhaften Krankheit können drei Gruppen von Gebieten unterschieden werden, je nach den in ihnen bestehenden Möglichkeiten der progressiven Ausbreitung einer eingeschleppten seuchenhaften Erkrankung:

1. Natürliche, endemische Verbreitungsgebiete einer Seuche. Da in solchen Gebieten die Übertragung der seuchenhaften Erkrankung kontinuierlich fortbesteht, ist die Einschleppung einzelner weiterer Krankheitsfälle belanglos. Eine Steigerung des Endemiegrades kann aber bei Erkrankungen, die durch Arthropoden übertragen werden, dann eintreten, wenn ortsfremde, gefährlichere Überträger eingeschleppt werden (Anopheles gambiae in Nordostbrasilien oder in Oberägypten).
2. Seuchenfrei gewordene Gebiete, entweder durch
   a) Entwicklungsvorgänge, die bessere Umweltbedingungen herbeigeführt haben (persönliche, häusliche und kommunale Hygiene, höherer Lebensstandard), oder
   b) gezielte Ausrottung bestimmter Seuchen, für deren

Wiedereinschleppung aber die Voraussetzungen fortbestehen (Malaria, Trachom, Frambösie u.a.)

3. Natürlich seuchenfreie Gebiete, in denen die Voraussetzungen für eine progressive Ausbreitung bestimmter Seuchen nicht gegeben sind. Die Einschleppung von Krankheitsfällen bleibt daher für die Seuchenlage belanglos (Trypanosomiasen in Europa, Malaria in Grönland u.a.).

Zusammengefaßt kann also festgestellt werden, daß nur die Verschleppung solcher Krankheiten gefährlich ist, die nicht mehr kosmopolitisch vorkommen, aber in bestimmten seuchenfreien Gebieten eine Ausbreitungsmöglichkeit haben, und daß nur solche Gebiete gefährdet sind, die seuchenfrei sind, aber die Voraussetzungen einer progressiven Ausbreitung bieten. Die verschiedenen Wege, auf denen die Verschleppung einer Krankheit zustande kommen kann, werden im wesentlichen durch den Übertragungsmodus bestimmt und sollen im Folgenden abgehandelt werden.

I. Infektiöses Material

Krankheitskeime, die außerhalb des lebenden Organismus infektiös bleiben, können mit unbelebtem, kontaminiertem Material verschleppt werden. Das gilt in erster Linie für die Erreger von enteralen Infektionen, d.h. von Cholera, Ruhr, Typhus, Paratyphus und Salmonelleninfektionen, und weiterhin für Wurmeier und Rickettsien. Für eine progressive Ausbreitung im Sinne einer Seuche kommen davon nur die Choleravibrionen und in beschränktem Umfang Rickettsien in Betracht.

Eine Möglichkeit für die Verschleppung dieser Erreger ist der Transport von kontaminiertem T r i n k w a s s e r . Im Luftverkehr wird die Versorgung mit einwandfreiem Trinkwasser erschwert durch die Raum- und Gewichtsbeschränkungen in Flugzeugen und durch die Abhängigkeit von Flughäfen, d.h. von der dort angebotenen Trinkwasserqualität. Wenn Flughäfen nicht im Bereich eines sorgfältig kontrollierten städtischen Versorgungssystems liegen, muß eine flughafeneigene Anlage den Bedarf decken. Aus Gründen der Raum- und Gewichtsersparnis kann nicht immer am Beginn eines Fluges die erforderliche Trinkwassermenge für die ganze Route getankt werden. Es ist dann erforderlich, den Vorrat bei Zwischenlandungen zu ergänzen. Das geschieht, indem entweder eingebaute Tanks nachgefüllt oder transportable Behälter ausgewechselt werden. Da durch häufiges Hantieren die Qualität von Trinkwasser beeinträchtigt wird, ist es nicht erstaunlich, daß nach MEGONELL und CHAPMAN (61) vom US Public Health Service aus auswechselbaren Behältern eine große Zahl von bakteriologisch unbefriedigenden Wasserproben gesammelt worden ist.

Ähnlich sind die Verhältnisse bei der Versorgung von Flugzeugen mit N a h r u n g s m i t t e l n . Die Qualität wird durch den hygienischen Standard des Flughafens bestimmt, auf dem Vorräte aufgenommen werden. An Bord des Flugzeugs kann aus Gründen der Raumersparnis wenig mehr als das Servieren vorbereiteter Speisen vorgenommen werden. Das macht eine intensive Bearbeitung der Nahrungsmittel

durch die Bodenstation erforderlich, die wiederum von ihren Lieferanten abhängig ist. Nach der Zubereitung müssen die Speisen gelagert werden, bis sie an das Flugzeug abgeliefert werden können. Auch dort vergeht noch eine gewisse Zeit bis zum Servieren. Bei unsachgemässem Vorgehen bringt das Zeitintervall zwischen Zubereitung und Verzehr der Nahrungsmittel die Gefahr einer Kontaminierung und der Nahrungsmittelvergiftung mit sich.

Die Art der Nahrungsmittel wird im Luftverkehr eher von kommerziellen als von hygienischen Gesichtspunkten bestimmt. Da die Luftverkehrsgesellschaften besonders auf dem Gebiet des "Service" miteinander konkurrieren, ist man um ausgewählte Speisen bemüht, die gesundheitliche Risiken einschließen können, besonders wenn sie nicht frisch sind (Austern, Muscheln, Krabben und andere Schalentiere.) Die WHO (118) wies im Interesse der Gesundheit der Besatzung und damit der Flugsicherheit nachdrücklich auf diese Gefahren hin.
Als mögliche Ursachen eines durch Nahrungsmittel verursachten Krankheitsausbruchs wurden genannt:

1. Bakterielle Gifte (Botulinustoxin)
2. Bakterielle Infektionen (Typhus, Paratyphus, Salmonella-Infektionen, Tuberkulose, Brucellosen, Bazillenruhr)
3. Verunreinigung mit Parasiten (Trichinen, Bandwürmer, Askariden).
4. Chemische Gifte (Blei, Cadmium, Insektizide, Konservierungsmittel)
5. Natürliche Gifte (in Muscheln, Austern, Krabben und anderen Schalentieren)

Bisher liegt kein Hinweis dafür vor, daß es durch kontaminierte Nahrungsmittel zu einer Krankheitsausbreitung gekommen ist. Allerdings haben sich nach MCFARLAND (59,60) bei fast allen Fluggesellschaften kleinere Krankheitsausbrüche ereignet, die auf verdorbene Nahrung zurückzuführen waren. Eine besondere Gefahrenquelle scheinen in dieser Hinsicht die sog. "box lunches" darzustellen, d.h. einzeln verpackte kalte Mahlzeiten, die

häufig bei Charterflügen angeboten werden. Nach MEGONELL und CHAPMAN (61) ließen sich drei heftige Krankheitsausbrüche, die sich 1954 in Flugzeugen ereigneten, auf solche "box lunches" zurückverfolgen.

Ein Problem von besonderer Schwierigkeit ist die A b f a l l - b e s e i t i g u n g im Luftverkehr. Alle während des Fluges anfallenden Stoffe müssen bis zur Landung an Bord behalten werde also menschliche Exkremente, gebrauchtes Spül- und Waschwasser, Speisen- und Getränkereste sowie Behälter, die von luftkranken Reisenden benutzt worden sind. Vor allem wenn sich unter den Flugzeuginsassen Ausscheider von Krankheitskeimen befinden, kann hieraus eine gesundheitliche Gefahr entstehen.

In der Anfangszeit des internationalen Luftverkehrs war es allgemein üblich, die Abfälle über Bord zu entleeren und sich, wie RAWLINSON (60) es nannte, mit den vier Winden verteilen zu lassen. Zwar verboten die Bestimmungen des britischen Gesundheitsministeriums, etwas aus einem in der Luft befindlichen Flugzeug fallen zu lassen, doch diente diese Vorschrift offenbar der Unfallverhütung, denn davon ausgenommen waren menschliche Exkremente. RAWLINSON sah die Gefahren dieses Vorgehens als besonders groß an, wenn sich unter den Reisenden ein Ausscheider der Erreger von Typhus, Salmonellen-Infektionen, Ruhr, Cholera oder Wurminfektionen befand. MASSEY (57,58) glaubte, daß auf diese Weise Typhus und Cholera aus Indien verschleppt werden könnten.

Nachdem bereits 1933 diese Art der Abfallbeseitigung verboten wurde, sind moderne Flugzeuge entweder mit auswechselbaren Auffangbehältern für jede Toilette oder mit einem fest installierten Tank ausgerüstet. Nach der Landung werden die Auffangbehälter ausgewechselt oder der Tank in einen Spezialwagen entleert. Beide Verfahren können gesundheitliche Risiken einschließen, wenn nicht nach hygienischen Grundsätzen verfahren, sondern der Vorgang allein der Forderung nach Schnelligkeit im Luftverkehr untergeordnet wird. Die endgültige Beseitigung der Abfälle stellt

kein besonderes Problem des Luftverkehrs dar, da sie auf den Flugplätzen nach allgemeinen sanitären Grundsätzen erfolgen kann.

Infektiöses Material kann außer in Trinkwasser, Nahrung und Abfall auch als Bestandteil der Ladung durch Flugzeuge transportiert werden, wenn lebende Krankheitskeime zu wissenschaftlichen oder diagnostischen Zwecken auf dem Luftweg versandt werden. Bei ordnungsgemäßem Vorgehen haftet diesem Verfahren kein Risiko an, jedoch ist äußerste Vorsicht geboten, wie aus einer Mitteilung von WHITTINGHAM (109) hervorgeht, nach der in den USA an Bord eines Flugzeugs lebende Poliomyelitis-Viren verschüttet wurden. Dieser Zwischenfall hatte zwar keine Folgen, er unterstreicht jedoch die Notwendigkeit größter Vorsicht beim Versand von lebenden Krankheitskeimen auf dem Luftwege, wenn nicht der fraglos vorhandene Nutzen dieses Vorgehens in sein Gegenteil verkehrt werden soll.

II. Infizierte Menschen

Die im vorhergehenden Abschnitt beschriebene Möglichkeit einer Krankheitsausbreitung durch Verschleppung von infektiösem Material besteht nicht allein im Luftverkehr, sondern grundsätzlich bei allen Verkehrsmitteln. Für den Luftverkehr kennzeichnend ist dagegen eine andere Gefahr, die ursächlich mit seiner Eignung für den schnellen Personentransport über weite Entfernungen zusammenhängt.

Es ist denkbar, daß infizierte Menschen auf dem Luftwege weite Strecken zurücklegen und nach ihrer Ankunft die Infektion übertragen, ohne daß während der Reise ein Hinweis auf die Erkrankung besteht, da keine manifesten oder charakteristischen Symptome vorhanden sind. Das gilt vor allem in folgenden Fällen:

1. Im symptomfreien Inkubationsstadium einer Infektionskrankheit.
2. Am Beginn einer Erkrankung vor dem Auftreten von typischen Symptomen (Prodromalstadium).
3. Bei Fällen von subklinischen oder atypischen klinischen Verläufen, z.B. bei vakzinationsbedingten Modifikationen.
4. Bei gesunden Keimträgern.

Demgegenüber bedeutet der Transport von nachweislich kranken Personen, der z.B. bei Repatriierungen häufig auf dem Luftwege erfolgt, keine seuchenhygienische Gefahr, wenn er ärztlich überhaupt verantwortet werden kann. Da die möglichen Gefahren im voraus bekannt sind, können die erforderlichen Vorkehrungen getroffen werden.

In der ersten Zeit des internationalen Luftverkehrs wurden vor allem die Gefahren der symptomlosen Inkubationszeit herausgestellt. Man stellte sorgfältige Vergleiche zwischen der Dauer der Inkubationszeit einer Krankheit und der Flugzeit von ihren endemischen Herden zu seuchenfreien Gebieten an (57,58). Da

weite Flugreisen in einzelnen Fällen noch länger dauerten als kurze Inkubationszeiten, konnte in solchen Fällen vermutet werden, daß sich die Symptome der Infektion noch vor Beendigung der Flugreise zeigten. Diese Einschränkungen sind heute gegenstandslos geworden. Aufgrund der Steigerung der Fluggeschwindigkeit und der Ausdehnung des Liniennetzes bestehen heute Flugverbindungen zwischen allen Punkten der Erde, deren Reisedauer unterhalb der mittleren Inkubationszeit aller seuchenhaften Infektionskrankheiten liegt.

Durch diesen technischen Fortschritt ist ein Mechanismus in Gang gekommen, den LAVIER (49) die "extension progressive de la pathologie exotique" nennt. Damit ist die zunehmende Wahrscheinlichkeit gemeint, daß ein infizierter Reisender am Zeitpunkt des Ausbruchs seiner Krankheit in einem Gebiet angekommen ist, in dem diese Infektion nicht heimisch ist. Da es sich bei den seuchenhaften Krankheiten überwiegend um Infektionen handelt, die heute fast nur noch in den Tropen endemisch sind, steht in gemässigten Zonen nur selten sofort ein Experte zur Verfügung, der die Diagnose stellen kann. Eine weitere Folge ist, daß die seuchenhygienische Überwachung der Hafenstädte allein heute nicht mehr ausreicht, um eingeschleppte Fälle von seuchenhaften Krankheiten abzufangen. Flughäfen im Binnenland können in der gleichen Weise zur Eintrittspforte einer Infektion werden und sind, da die Krankheit bei der Ankunft zumeist noch nicht manifest ist, schwieriger zu überwachen als Hafenstädte.

Theoretisch können alle Krankheiten durch infizierte Luftreisende verschleppt werden. Vom seuchenhygienischen Standpunkt ist dies jedoch nur bei Krankheiten bedenklich, für die im Ankunftsland die Möglichkeit einer progressiven Ausbreitung besteht. Diese Möglichkeit wird im wesentlichen durch die Art der Infektkette bestimmt: je komplizierter der Übertragungsmodus einer Krankheit ist, um so seltener werden nach der unbemerkten Einreise eines Einzelfalles im Ankunftsland alle Voraussetzungen erfüllt sein, die eine progressive Ausbreitung ermöglichen.

Am bedenklichsten erscheint daher die Einschleppung einer Infektion, die direkt durch Kontakt- oder Tröpfcheninfektion von einem Menschen auf den nächsten übertragen wird.

Diese Voraussetzungen treffen in erster Linie für die P o c k e n zu. Epidemiologie und Klinik dieser Seuche weisen verschiedene Merkmale auf, die Verschleppung und Ausbreitung begünstigen:

1. Die Inkubationszeit von durchschnittlich 14 Tagen ist relativ lang.
2. Der hohe Kontagionsindex ist bei Empfänglichen praktisch gleich 1.
3. Infektiöse Läsionen im Nasen-Rachenraum ermöglichen massive Streuungen im Prodromalstadium.
4. Das infektiöse Stadium erstreckt sich über mehrere Wochen, von dem Prodrom bis zur Beendigung der Schuppung nach Abfallen der Krusten.
5. Vakzinationsbedingte Modifikationen (Variolois) bereiten diagnostische Schwierigkeiten, sind aber voll infektiös.
6. Es können gesunde Virusträger vorkommen, die sich jeder klinischen Diagnostik entziehen.
7. Die Vakzination bietet nur einen relativen Schutz, da der Immunitätsgrad mit der Zeitdauer nach der letzten Vakzination beim Individuum und damit in der Gesamtbevölkerung abnimmt.
8. Das Pockenvirus ist fähig, seine Infektiosität auch außerhalb des menschlichen Organismus über lange Zeit zu bewahren.

Unter dem Gesichtspunkt der Seuchenhygiene sind die Pocken auch heute noch als eine durchaus reale Gefahr anzusehen. Ihr Vorkommen wird nur durch den Immunitätsgrad einer Bevölkerung, nicht aber durch klimatische oder geographische Grenzen eingeengt. Endemische Herde finden sich vor allem in Asien und Afrika. Praktisch frei von der Infektion sind Europa, wo sich die Pocken am längsten in Portugal hielten, Nordamerika und Ozeanien (Australien, Neuseeland und die pazifischen Inseln).

Aus den übrigen Teilen der Erde werden nur noch sporadisch auftretende Fälle gemeldet. Vor allem in diesen Gebieten hat es sich gezeigt, daß eine gründliche Durchimpfung der Bevölkerung die Seuche praktisch zum Erlöschen bringen kann, wenn auch im Einzelfall ein gültiger Impfnachweis nicht die Möglichkeit einer Infektion ausschließt (14).

Bereits 1928 (47) und 1930 (48) wurde im LANCET auf die Möglichkeit einer Ausbreitung der Pocken durch den Luftverkehr hingewiesen. Diese Befürchtung wurde in der Folgezeit immer wieder ausgesprochen und fand schließlich ihre Bestätigung in einigen realen Vorfällen. Als 1944 erstmals die Verschleppung einer Krankheit auf dem Luftwege nachgewiesen wurde, handelte es sich um die Pocken, die nach DUNNAHOO (17) an Bord eines in Miami ankommenden Flugzeugs festgestellt wurden. Auch als die WHO mit der Sammlung von epidemiologischen Informationen über die quarantänepflichtigen Krankheiten begann, wurde ihr 1955 als erster mit dem Luftverkehr in Zusammenhang stehender Fall die Erkrankung eines Passagiers an Pocken gemeldet, der einige Tage nach seiner Ankunft in Kalkutta starb.

Während jedoch diese Vorfälle keine über den Einzelfall hinausgehenden Konsequenzen hatten, sind inzwischen einige Pockenausbrüche bekannt geworden, die auf eine Einschleppung durch den Luftverkehr zurückzuführen sind. Der erste Fall dieser Art, über den LE BOURDELLES et al. (50) berichteten, ereignete sich 1946 in Arras. Dort wurde bei einem Fremdenlegionär, der von Tisnit in Südmarokko nach Marseille geflogen und mit der Eisenbahn nach Arras gefahren war, die Diagnose Pocken gestellt. Während der Reise waren nur uncharakteristische Beschwerden aufgetreten. Trotz prophylaktischer Massenimpfungen traten in Arras sieben weitere Fälle auf, von denen einer letal ausging. Aus der Art der Ausbreitung mußte geschlossen werden, daß die Infektion nach der Einschleppung auch durch gesunde Keimträger weiter verbreitet worden war.

In den folgenden Jahren ereigneten sich weitere ähnliche Fälle,

die z.T. in einer Monographie von HERRLICH (31) beschrieben sind. Besonders folgenschwer war der Pockenausbruch in der Bretagne im Jahre 1954, der zu einer epidemischen Ausbreitung führte. Die Pocken waren durch einen Fremdenlegionär aus Indochina nach Frankreich eingeschleppt worden. Nach LEROUX et al. (53) erkrankten 73 Menschen, von denen 16 starben. Die Diagnose wurde erst 30 Tage nach Beginn der Epidemie gestellt.

In Brighton kam es 1950/51 zu einem Pockenausbruch. Er konnte auf die Erkrankung eines Offiziers zurückverfolgt werden, der von Indien nach England geflogen war. Von 29 erkrankten Menschen starben 10. Weitere Fälle, in denen der Einschleppung jedoch nicht immer eine epidemische Ausbreitung folgte, wurden aus Neapel, Moskau und erst kürzlich aus London gemeldet.

Der erste Fall dieser Art in Deutschland ereignete sich 1957. Nach ANDRES et al. (1) bot ein aus Pakistan kommender Ingenieur bei der Ankunft in Hamburg das Bild einer Variolois. Aufgrund der sofort durchgeführten Isolierungsmaßnahmen und Schutzimpfungen sowie des guten Durchimpfungsgrades der Hamburger Bevölkerung kam es nicht zu einer weiteren Ausbreitung der Pocken. Einen weniger günstigen Verlauf nahm die Einschleppung der Pocken nach Heidelberg durch einen aus Indien kommenden Arzt. Es folgte eine epidemische Ausbreitung, die über die zweite Generation hinausging. In diesem Fall zeigte sich besonders deutlich die Wichtigkeit der Schleimhautläsionen im Mund und Rachen, durch die im wesentlichen die Übertragung erfolgte.

Die Kontagiosität der Pocken wird von keiner der übrigen seuchenhaften Infektionskrankheiten erreicht. E n t e r a l e I n f e k t i o n e n können zwar theoretisch außer durch infektiöses Material auch durch infizierte Luftreisende verschleppt werden, jedoch ist bisher kein derartiger Fall bekannt geworden. Immerhin muß mit dieser Möglichkeit gerechnet werden. Da das Vorkommen dieser Infektionen nicht durch klimatische oder geographische Grenzen eingeschränkt wird, besteht die Möglichkeit einer Ausbreitung überall dort, wo eine empfängliche Bevölkerung vorhanden ist. Daher wies LEGENDRE (52) bereits 1933 darauf hin,

daß Dysenterieamoeben, Choleravibrionen und Typhusbakterien von Asien auf dem Luftwege nach Europa gelangen könnten. Es kann jedoch heute damit gerechnet werden, daß bei guten hygienischen und sanitären Verhältnissen die Einschleppung eines Einzelfalles keine Epidemie auslösen, sondern nur lokale Bedeutung haben würde.

Eine Sonderstellung nehmen diejenigen seuchenhaften Krankheiten ein, in deren Infektkette ein tierischer Organismus als obligater Überträger oder Zwischenwirt eingeschaltet ist. Die unbemerkte Einreise eines Einzelfalles kann nur dann Ausgangspunkt einer progressiven Ausbreitung sein, wenn im Ankunftsland folgende Voraussetzungen erfüllt sind:

1. Geeignete Überträger müssen in ausreichender Zahl vorhanden sind.
2. Die Überträger müssen mit dem eingeschleppten Fall Kontakt haben.
3. Der Kranke muß sich in einem Stadium befinden, in dem sich die Überträger an ihm infizieren können.
4. Die Bevölkerung des Ankunftslandes muß für die Krankheit empfänglich sein.
5. Die allgemeinen Umweltbedingungen wie Klima und Jahreszeit im Ankunftsland müssen die progressive Ausbreitung der Krankheit erlauben.

Es muß also im Ankunftsland eine Situation vorliegen, die durch das Vorhandensein von Überträgern bei dem Fehlen der entsprechenden Erreger gekennzeichnet ist, und die MARTINI als "Nosophorismus ohne Krankheit" bezeichnet hat.

Im Vordergrund der Überlegungen, die sich mit den seuchenhygienischen Gefahren des Luftverkehrs befassen, standen immer Krankheiten, die durch Insekten - vor allem durch Mücken - übertragen werden. Unter ihnen hat das G e l b f i e b e r die größte Beachtung gefunden. Nachdem FINLAY 1881 die Übertragung durch ein Insekt wahrscheinlich gemacht hatte, als das dann Aedes aegypti erkannt wurde, fürchteten alle Länder mit einer vorhande-

nen Aedes-Population die Einschleppung des Gelbfiebervirus. Trotz der Aufdeckung des Übertragungsweges gelang es jedoch nicht, der Krankheit völlig Herr zu werden. Auch umfangreiche Maßnahmen zur Ausrottung von Aedes aegypti konnten nicht verhindern, daß in Zentralamerika und in Westafrika neue Epidemien auftraten. Als die ersten Bemühungen um eine sanitäre Kontrolle des Luftverkehrs einsetzten, war weder die Epidemiologie des Gelbfiebers restlos geklärt, noch gab es eine Möglichkeit der Prophylaxe, d.h. eine Schutzimpfung. Daher wurden 1930 in Nordamerika Quarantänemaßnahmen gegen das Gelbfieber angeordnet, und auch Indien erweiterte im gleichen Jahr ein entsprechendes Gesetz von 1914.

Die Unsicherheit in der ersten Zeit des internationalen Luftverkehrs findet ihre Erklärung vor allem in der Schwierigkeit, die endemischen Gebiete des Gelbfiebers genau abzugrenzen. Als Kriterium galt der klinische oder pathologisch-anatomische Nachweis der Krankheit. Gebiete, in denen nur der serologische Nachweis durch den positiven Ausfall des THEILERschen Mäuseschutzversuchs geführt worden war, wurden als "stumm" bezeichnet (37). Dazu gehörten weite Teile Afrikas, unter anderen auch der Sudan. Als daher 1934 HEWER (32) über den klinischen und pathologisch-anatomischen Nachweis eines Gelbfieberfalles in Wau im Sudan berichtete, wurde die Unterscheidung zwischen endemischen und "stummen" Gebieten in Frage gestellt. Die Nachricht wirkte alarmierend und erregte beträchtliches Aufsehen, zumal das Gelbfieber dadurch in bedrohliche Nähe zu Indien gerückt schien.

Die Erklärung für das Auftreten von klinischen Gelbfieberfällen in bislang als stumm angesehenen Gebieten wurde etwa zur gleichen Zeit in der Entdeckung des Busch- oder Dschungelgelbfiebers gefunden (SOPER et al., 91). In Amerika und in Afrika konnte nachgewiesen werden, daß neben der urbanen Form der Krankheit, deren obligater Überträger Aedes aegypti und deren einziges Virusreservoir der Mensch ist, noch eine zweite Form existiert. Sie unterscheidet sich vom urbanen Typ nur durch ihre Epidemiologie. Die Übertragung erfolgt durch bestimmte Arten von im Urwald

lebenden Mücken, z.B. Haemagogus. Als Virusreservoir dienen vor allem Primaten, vielleicht auch noch andere Säuger (18). Der Übergang der Infektion auf den Menschen und damit in die urbane Form des Gelbfiebers, d.h. von einer epizootischen zu einer epidemischen Phase, ist nicht einheitlich. In Südamerika werden vor allem Menschen befallen, die sich in den Bereich des Buschgelbfiebers begeben, z.B. Farmer und Holzarbeiter. In Afrika haben die übertragenden Mücken und auch die infizierten Primaten eher die Tendenz, menschliche Siedlungsgebiete aufzusuchen.

Diese neuen Erkenntnisse zogen umfangreiche Überlegungen über Ausbreitungsmöglichkeiten des Gelbfiebers durch den Luftverkehr nach sich. Alle bisher als stumm angesehenen Gebiete wurden als potentielle Ausgangspunkte einer Verschleppung des Gelbfiebervirus angesehen. Als empfänglich für eine Einschleppung und progressive Ausbreitung der Infektion betrachtete man alle Gebiete, die eine ausreichende Aedes-Population, empfängliche Säuger als Tierreservoire und ein geeignetes Klima aufwiesen. Diese Voraussetzungen schienen vor allem in Indien erfüllt zu sein: es gab übervölkerte Gebiete, empfängliche Makaken, verschiedene Aedesarten (aegypti, albopictus, vittatus) und ein geeignetes Klima. Die Einschleppung des Virus schien durch die Einreise eines infizierten Menschen von Afrika aus, vor allem auf der Route Khartoum-Karachi, sehr leicht möglich zu sein. GORDON SMITH (25) glaubte, daß sich das Gelbfieber in Asien von Australien bis zum Himalaya und von Karachi bis Hongkong ausbreiten könnte. LAIRD (46) wies 1956 auf die Gefahr für Singapur und ganz Südostasien hin.

Außer dem tropischen Asien wurden auch Australien, Ozeanien sowie die Küste von Ost- und Südafrika als Gebiete angesehen, in denen sich das Gelbfiebervirus nach einer Einschleppung ausbreiten könnte (120). HARGETT (29) und WILLIAMS (111) verlangten darüber hinaus, daß eine Verschleppung des Gelbfiebers von Südamerika nach Nordamerika verhindert werden müsse. WHITFIELD (105, 106) glaubte, daß sich das Gelbfieber auch in gemäßigten Zonen ausbreiten könne, da experimentell die Empfänglichkeit aller

Säugetiere für das Virus und seine Übertragung durch andere Mücken als Aedes aegypti nachgewiesen war.

Diese Befürchtungen haben sich bis heute nicht bestätigt. Es hat bisher keinen Gelbfieberfall gegeben, der mit dem Luftverkehr in Zusammenhang gebracht werden konnte. Die Seuche selbst hat sich nicht über ihre endemischen Herde hinaus ausgebreitet, sie ist eher weiter zurückgedrängt worden. Nach GEAR und DEUTSCHMAN (24) ist die von Aedes aegypti übertragene Form seit 1934 nicht mehr auf dem amerikanischen Kontinent aufgetreten, mit Ausnahme von 3 Fällen, die 1954 in Trinidad diesem Typ zugeordnet wurden. Herde des Buschgelbfiebers liegen in den dichten Dschungeln des Amazonas, des Orinoco, in Guayana, Venezuela und Panama. Die Situation in Afrika ist dadurch unübersichtlicher, daß engere Beziehungen zwischen dem Stadt- und Buschgelbfieber bestehen, so daß die beiden Formen nicht immer mit Sicherheit gegeneinander abzugrenzen sind. Trotzdem ist festzustellen, daß klinisch eindeutige Fälle auf die klassischen Gebiete an der Westküste (mit Nigeria und der Goldküste als Zentrum) und auf einzelne Fälle im Gebiet des Kongo beschränkt geblieben sind. Der Bereich des Buschgelbfiebers reicht vermutlich weit darüber hinaus, jedoch nicht bis zur Ostküste und nicht weiter südlich als bis zum Norden von Bechuanaland.

Es ist nicht anzunehmen, daß das Gelbfieber in Zukunft seine Grenzen noch wesentlich überschreiten wird. Die von einigen Autoren vermutete Möglichkeit einer Ausbreitung auf gemäßigte Zonen wird durch andersartige Umweltfaktoren erschwert. Wenn das Gelbfieber auch verschiedentlich im Sommer in Nordafrika vorkommt und wenn es auch an der Wende vom 18. zum 19. Jahrhundert nach Spanien eingeschleppt wurde, wo es im Jahre 1800 ca. 60 000 Tote forderte, so sind die Temperaturen auch in südlichen Ländern im günstigsten Fall für Saisonepidemien ausreichend. In Indien und Südostasien bestehen keine Hindernisse dieser Art. Bis vor kurzem war es völlig ungeklärt, warum diese Gebiete bisher vom Gelbfieber frei geblieben sind. Inzwischen

ist es nach THEILER (100) wahrscheinlich geworden, daß eine Gefahr für dieses Gebiet eigentlich nie bestanden hat. Es liegen Hinweise für eine überlappende oder Kreuzimmunität vor, die durch die Infektion mit anderen endemischen, von Arthropoden übertragenen Viren entsteht. Die nach einer solchen Infektion im Serum vorhandenen Antikörper neutralisieren auch das Gelbfiebervirus. Wahrscheinlich ist Indien und ganz Südostasien durch diesen Mechanismus seit Jahrhunderten gegen das Gelbfieber geschützt worden, so daß auch eine aktuelle Gefahr durch die Einreise von gelbfieberkranken Menschen auf dem Luftwege nicht besteht.

Die M a l a r i a gehört nicht zu den quarantänepflichtigen Krankheiten. Die Möglichkeit ihrer Ausbreitung mit Hilfe des Luftverkehrs hat daher niemals das gleiche Interesse gefunden wie die des Gelbfiebers. Hinzu kam, daß die Verschleppung von Plasmodien durch infizierte Luftreisende kaum als Gefahr angesehen werden konnte, da die Malaria außerhalb ihrer endemischen Gebiete wahrscheinlich keine Ausbreitungsmöglichkeiten gefunden hätte, mit Ausnahme vielleicht von vielen malariafrei gebliebenen pazifischen Inseln, für die immer eine Einschleppung befürchtet wurde.

Durch das Malaria-Ausrottungsprogramm der WHO sind jedoch in einigen Gebieten neue Verhältnisse entstanden, die eine Gefährdung durch den Luftverkehr möglich erscheinen lassen. Die Ausrottungskampagnen zielen in erster Linie auf die Eliminierung der Plasmodien aus den befallenen Gebieten ab. Durch die Anwendung von Insektiziden soll die Infektkette an dem Punkt unterbrochen werden, an dem das Insekt am infizierten Menschen saugt, sich dann auf einer behandelten Oberfläche niederläßt und getötet wird. Wenn auf diese Weise die infizierten Mücken eliminiert werden, kann mit dem Erlöschen der Malaria gerechnet werden, da die Infektiosität des Menschen zeitlich begrenzt ist. In einem solchen Programm ist die generelle Ausrottung der Anophelen nicht erforderlich, sie ist zudem nur sehr schwer zu erreichen.

Der Luftverkehr kann den Erfolg dieser Maßnahmen gefährden, da die auf weltweiter Basis durchgeführten Ausrottungskampagnen zeitlich nicht koordiniert werden konnten. Es existieren daher heute neben plasmodienfreien Gebieten in Südamerika und auf dem Balkan solche, in denen die Ausrottung eben erst begonnen hat (z.B. in Afrika). In malariafreien Gebieten, in denen die Anophelen überleben, besteht ein Nosophorismus ohne Krankheit. Bei der heutigen Ausdehnung des internationalen Luftverkehrs muß damit gerechnet werden, daß in diese sanierten Gebiete Plasmodienträger auf dem Luftwege einreisen. Die Möglichkeit, daß durch die vorhandenen Anophelen eine progressive Ausbreitung in Gang kommt, besteht durchaus und kann als eine der tatsächlichen seuchenhygienischen Gefahren des Luftverkehrs angesehen werden.

Ein Nosophorismus ohne Krankheit besteht außerdem in weiten Teilen der Welt für bestimmte V i r u s e n c e p h a l i t i d e n . Die St. Louis Encephalitis und die Encephalitis japonica werden in ihren endemischen Gebieten in den Vereinigten Staaten und in Ostasien durch Mücken übertragen, deren Vorkommen nicht auf diese Gebiete beschränkt ist. Sie finden sich in vielen Teilen der Erde, die frei von der Infektion sind, u.a. auch in Deutschland. Wenn in diese Gebiete ein infizierter Passagier einreist und im Stadium der Virämie von einer übertragungsfähigen Mücke gestochen wird, kann daraus eine Ausbreitung im Ankunftsland resultieren. Zwar ist die Wahrscheinlichkeit eines solchen Ereignisses gering, die Möglichkeit ist jedoch durchaus gegeben.

Im Gegensatz zu Mücken sind Läuse und Flöhe Kosmopoliten. Ihr Vorkommen wird nur durch den Grad der allgemeinen Hygiene bestimmt, so daß man die von ihnen übertragenen Infektionen als "Krankheiten der Unkultur" (KISSKALT) bezeichnen kann. Von den quarantänepflichtigen Krankheiten gehören Pest, Fleckfieber und das Läuserückfallfieber in diese Gruppe.

Das F l e c k f i e b e r trat in früheren Jahrhunderten meist im Gefolge von Kriegen, Hungersnöten und anderen sozialen

Katastrophen auf. Im letzten Weltkrieg hatte es dank allgemeiner sanitärer Maßnahmen, der Läusebekämpfung durch DDT und der Schutzimpfung nicht die gleiche Bedeutung. Es gab Herde in Nordafrika, am östlichen Mittelmeer, auf dem Balkan und in deutschen Gefangenenlagern sowie in Südafrika, Korea, Japan, Zentral- und Südamerika. In der Folgezeit ist es aus Europa verschwunden. Größere Ausbrüche hat es nur noch in Ethiopien und in Korea gegeben. Kein Ausbruch konnte mit dem internationalen Verkehr in Zusammenhang gebracht werden.

Das von Läusen übertragene R ü c k f a l l f i e b e r , das erst seit 1951 zu den quarantänepflichtigen Krankheiten zählt, ist in diesem Jahrhundert in Osteuropa, Rußland, China, Indien sowie in Nordwestasien und in Nordafrika vorgekommen. In Europa hat sich der letzte größere Ausbruch unmittelbar nach dem I. Weltkrieg in Rußland, Polen und Rumänien abgespielt. In Südfrankreich brach 1945 eine kleine Epidemie aus, die auf eine Einschleppung aus Nordafrika zurückging. Eine schwerere Epidemie breitete sich in den Jahren 1943-1945 in Nordafrika aus. Seitdem hat das Rückfallfieber rückläufige Bedeutung. Europa ist seit 1949 frei von der Infektion. Abgesehen von Epidemien in Kambodscha, Korea und Ethiopien sind in Asien und in Nordafrika nur noch sporadische Fälle aufgetreten.

Die P e s t gefährdete durch ihre verheerenden Ausbrüche im 6. Jahrhundert v.Chr. zur Zeit Justinians und während des Mittelalters im 14. und 16. Jahrhundert den Bestand der menschlichen Gesellschaft. Sie hat seitdem kontinuierlich an Bedeutung verloren. Um die Mitte des vorigen Jahrhunderts war sie aus Europa verschwunden. Die heutigen Herde wurden durch eine Pandemie gesetzt, die am Ende des vorigen und in den ersten Jahren dieses Jahrhunderts ablief. Sie hatte ihren Ausgang wahrscheinlich im Hochland Südostasiens, in Yunnan, und wurde von dort nach Kanton und Hongkong verschleppt, von wo sie sich mit dem Schiffsverkehr über die ganze Erde ausbreitete. Die Reste dieser Pandemie finden sich heute in Form von endemischen Herden in fast allen Teilen der Welt.

Die Pestzentren Asiens liegen in China, und zwar in der Mandschurei, in Indien und in Indonesien. Weniger bedeutend sind Herde in Vorderasien. Die Verbreitung der Nagerpest als des eigentlichen Reservoirs für die humane Infektion ist noch nicht restlos geklärt. Gesichert erscheint der Herd in der Mandschurei, der Mongolei und in Turkestan mit dem Murmeltier als Wirtstier. Wahrscheinlich erstreckt sich jedoch der Bereich des epizootischen Befalls von Zentralsien bis Arabien, in dem die Wirtstiere zu den Sciuridae und Gerbillinae gehören.

In Nordafrika tauchte die Pest in diesem Jahrhundert verschiedentlich auf. Epidemische Ausbrüche ereigneten sich in Oberägypten (Assiout) und in Teilen Tunesiens, Algeriens und Marokkos. Aus Westafrika und dem östlichen Zentralafrika wurden immer wieder Fälle gemeldet, die Zentren lagen hier in Senegal, Uganda und im östlichen Kongo. In Südafrika ist die Pest zu Beginn des Jahrhunderts verschiedentlich in den größeren Städten aufgetreten, sie hat seitdem hier wie auch im übrigen Afrika an Bedeutung verloren. Ein sicher endemischer Herd liegt in Madagaskar, wenn auch hier die Fälle menschlicher Pest seltener geworden sind.

In Nordamerika ist die Nagerpest sowohl in den Vereinigten Staaten als auch in Kanada nachgewiesen. Südamerika erlebte die Pest am Beginn dieses Jahrhunderts, Restherde finden sich noch in Ecuador, Peru, Argentinien, Bolivien, Brasilien und Venezuela. Am Vorliegen der enzootischen Infektion besteht kein Zweifel.

In Europa ist die Pest nur noch sporadisch aufgetreten. Einzelne Fälle wurden aus Italien, Korsika, Malta und von den Azoren gemeldet. Über den enzootischen Herd an der unteren Wolga, der sich 1942 während des Krieges bildete, ist nichts Genaueres bekannt.

Für Fleckfieber, Rückfallfieber und Pest ist die Möglichkeit einer Verschleppung durch den Luftverkehr grundsätzlich gleichartig. Theoretisch ist eine epidemische Ausbreitung überall

dort möglich, wo nach einer Einschleppung die geeigneten Überträger zur Verfügung stehen. So wurde bereits 1930 im LANCET (48) darauf hingewiesen, daß Australien durch die Flugverbindung mit Asien und seinen Pestherden in Rangun und Bombay gefährdet sei. OEDING (67) hielt eine Verschleppung des Fleckfiebers nach Skandinavien für möglich.

Die Wahrscheinlichkeit eines solchen Ereignisses ist jedoch gering. Aufgrund des heute sehr beschränkten Vorkommens der Seuchen ist mit der Einschleppung der Infektion durch einen Luftreisenden kaum zu rechnen. Diese Wahrscheinlichkeit wird weiter vermindert durch den sozialen Status der Luftreisenden, der einen Kontakt mit diesen Krankheiten der Unkultur sehr unwahrscheinlich macht. Durch Verbesserung der allgemeinen Hygiene wird auch das Vorkommen von geeigneten Überträgern im Ankunftsland sehr eingeschränkt. Nur in Not- und Kriegszeiten ist eine Gefährdung denkbar, wenn der Standard der allgemeinen Hygiene sinkt und Lufttransporte zur Evakuierung gefährdeter Gebiete durchgeführt werden.

III. Arthropoden

Arthropoden sind als obligate (Aedes aegypti und Gelbfieber) oder fakultative Überträger (Musca domestica und Cholera) an der Verbreitung menschlicher Infektionskrankheiten beteiligt. Die Verschleppung von fakultativen Überträgern ist im allgemeinen für die Seuchenlage bedeutungslos. Durch den Transport von obligaten Überträgern kann es jedoch auf zwei verschiedenen Wegen, die von MASSEY bereits 1931 (57) und 1933 (58) unterschieden wurden, zur Ausbreitung von seuchenhaften Infektionskrankheiten kommen:

1. Durch die Verschleppung infizierter Exemplare können Krankheitserreger in Gebiete gelangen, die bisher frei von der Infektion waren.
2. In Gebiete mit vorhandenen Überträgern können ortsfremde Arten eingeschleppt werden, die den einheimischen in ihren Übertrageigenschaften überlegen sind und damit die endemische Situation verändern.

Der erste Fall entspricht der Einreise eines infizierten Menschen. Es gelten daher die gleichen Einschränkungen hinsichtlich der möglichen Folgen für die Seuchenlage. Die Einschleppung eines infizierten Exemplars kann nur dann zu einer epidemischen Ausbreitung der Krankheit führen, wenn die Infektion auf Menschen übertragen werden kann und die Umweltfaktoren eine weitere Ausbreitung erlauben (Klima, Empfänglichkeit der Bevölkerung, Vorhandensein von einheimischen Überträgern). Ein historisches Beispiel zeigt die Grenzen dieser Möglichkeit: Nach MASSEY (57) kam 1865 ein Schiff mit Gelbfieber an Bord von Kuba in Swansea an. Außer Besatzungsmitgliedern erkrankte auch eine größere Anzahl Hafenarbeiter, von denen mehrere starben. Mit dem Schiff eingeschleppte, infizierte Aedes aegypti mußten also in der kurzen Zeit vor ihrem Absterben die Infektion verbreitet haben, die dann jedoch spontan erlosch.

Der zweite Fall kann nur dann eintreten und seuchenhygienische

Folgen haben, wenn es der eingeschleppten Überträgerspezies gelingt, in der neuen Umgebung Fuß zu fassen und sich zu vermehren. Auch hierfür findet sich ein historisches Beispiel, das zwar nicht ursächlich auf den Luftverkehr zurückgeführt werden kann, mit ihm jedoch in einem bemerkenswerten Zusammenhang steht: Bei der Errichtung der transatlantischen Flugverbindung zwischen Afrika und Südamerika wurden schnelle fanzösische Zerstörer zur Sicherung der ersten Postflugzeuge eingesetzt. Wahrscheinlich mit Hilfe dieser Schiffe gelangte Anopheles gambiae nach Brasilien. SHANNON (86) entdeckte sie 1930 in Natal und wies in einer späteren Arbeit (87) darauf hin, daß dies der erste bekannt gewordene Fall sei, in dem eine Anophelesart aus einem Lebensbereich in einen anderen verpflanzt worden sei. Nach acht Jahren brach eine Malariaepidemie aus, die schwerer war als alle vorhergegangenen. Nach einem Bericht der Rockefeller-Foundation für das Jahr 1938 waren in bestimmten Gebieten 90 % der Bevölkerung erkrankt, die Mortalität betrug 10 %. Nach LAIRD (46) wurden in Rio Grande do Norte und Cesra 300 000 Fälle mit 16 000 Toten gezählt. Gegenmaßnahmen der Regierung mit Unterstützung der Rockefeller-Foundation führten erst 1941 unter hohen Kosten - nach LAIRD 1 Mill.Pfund Sterling - zur Ausrottung des Überträgers. Als Grund für die Schwere der Epidemie wird man die durch die Einführung von Anopheles gambiae erhöhte Reproduktionsrate der endemischen Malaria ansehen können.

In der Anfangszeit des internationalen Luftverkehrs wurden vor allem die Möglichkeiten einer Verschleppung von A e d e s a e g y p t i diskutiert. Von der damaligen Auffassung der Epidemiologie des Gelbfiebers ausgehend, befürchtete man vor allem die Einschleppung des Virus in Gebiete mit vorhandener Aedes-Population. Daher wurde in erster Linie die Verschleppung von infizierten Exemplaren für gefährlich gehalten. Diese Überlegungen regten umfangreiche Untersuchungen an, über die noch zu berichten sein wird.

In den folgenden Jahren wurde auch die Möglichkeit einer Verschleppung von A n o p h e l e n auf dem Luftwege näher untersucht, zumal Anopheles gambiae in Brasilien bewiesen hatte, daß eine fremde Art der einheimischen sehr wohl als Überträger überlegen sein kann. Maßnahmen gegen die Verschleppung von Anophelen wurden daher von verschiedenen Autoren gefordert. WILLIAMS (111) verlangte, den Süden der USA und die Inselgruppe von Hawai gegen diese Gefahr zu schützen, und LAIRD (46) wies darauf hin, daß Neuseeland und die Mehrzahl der tropischen pazifischen Inseln günstige Ausbreitungsmöglichkeiten für die gefährliche punctulatus-Gruppe bieten. In neuerer Zeit ist eine Gefahr entstanden, die mit dem Malaria-Ausrottungsprogramm der WHO in ursächlichem Zusammenhang steht, und auf die von der WHO (119) ausdrücklich hingewiesen wurde: die Möglichkeit einer Verschleppung von Insektizid-resistenten Anophelen in Gebiete, die durch Insektizide malariafrei geworden sind, d.h. unter "Insektizid-druck" stehen, und in denen sich die Malaria nach der Einschleppung von resistenten Stämmen wieder ausbreiten könnte.

Im Vergleich zu Stechmücken ist die Wahrscheinlichkeit der Verschleppung a n d e r e r I n s e k t e n gering. Mit Bezug auf Fleckfieber schrieb MASSEY (57) bereits 1931, daß das Vorkommen von Ungeziefer bei Luftreisenden sehr unwahrscheinlich sei, da die hohen Kosten eines Fluges die Teilnahme der Aus- und Einwandererklassen für lange Zeit ausschließen würden. Es wurde bereits gesagt, daß diese Meinung heute nur noch mit gewissen Einschränkungen gilt, besonders in Notzeiten. Mit dem Transport von Fliegen muß hingegen immer gerechnet werden. Tsetsefliegen wurden von FINDLAY (19) als eingefleischte Reisende bezeichnet. Seuchenhygienisch ist die Verschleppung von Fliegen jedoch im allgemeinen belanglos.

Die W a h r s c h e i n l i c h k e i t e i n e r A r t h r o p o d e n v e r s c h l e p p u n g wird durch verschiedene Faktoren bestimmt. Sie ist in erster Linie abhängig vom Vorkommen der betreffenden Insekten im Flughafenbereich. Flughäfen bieten in dieser Hinsicht günstigere Voraussetzungen als Seehäfen, da

sie zumeist in ländlichen Gebieten liegen, in denen sich eher Brutmöglichkeiten für Mückenlarven finden. Mit der Art der vorkommenden Insekten wechseln die Fluggewohnheiten und die Tendenz, von Menschen gebaute Schlupfwinkel aufzusuchen. So haben z.B. Anophelen eine größere Flugweite als Aedes-Arten, zeigen aber nicht deren Vorliebe für menschliche Behausungen, die ihnen die Bezeichnung "Hausbleiber" eingebracht hat. Verschiedentlich wurde die Frage diskutiert, welche Bedeutung die Bauart der Flugzeuge habe . So untersuchte CUMMING (12) die möglichen Schlupfwinkel für Mücken in und an Flugzeugen. Ein wesentlicher Faktor, von dem das Überleben der Insekten an Bord abhängt, ist die Abwicklung des Fluges, in erster Linie Flugzeit und die Umweltbedingungen im Flugzeug.

HICKS und CHAND (33) untersuchten als erste den Einfluß der atmosphärischen Bedingungen während des Fluges auf Insekten. In einer Unterdruckkammer setzten sie weibliche Aedes aegypti der Wirkung von vermindertem Luftdruck aus. Sie stellten fest, daß die geprüften Exemplare einen der Höhe von 3000 m entsprechenden Luftdruck, der in jeweils 10 Minuten erreicht und wieder verlassen wurde, 3 Stunden lang ertrugen. WHITFIELD (105) teilte in diesem Zusammenhang Beobachtungen von Piloten mit, nach denen schnelles Niedergehen aus Höhen von 3600 m und mehr die an Bord vorhandenen Mücken nicht schädigte. Zur Frage der Temperatur gab DUGUET (15) an, daß Mücken, die einer Temperatur von -45° Celsius ausgesetzt waren, sich in einem wärmeren Raum schnell wieder erholten. Die bei laufenden Motoren auftretenden schnellen Vibrationen bewirken nach DUGUET nur, daß Mücken ihren Platz während dieser Zeit nicht verlassen.

Um die Überlebensfähigkeit von Insekten unter den realen Bedingungen eines Fluges zu bestimmen, wurden verschiedentlich ausgewählte Exemplare in Flugzeugen untergebracht. GRIFFITTS und GRIFFITTS (26) benutzten 1931 bei den ersten Versuchen dieser Art weibliche Aedes aegypti, die mit einem Farbstoff gekennzeichnet und im Flugzeuginnern frei gelassen wurden. Nach Beendigung des Fluges wurde der Prozentsatz der noch an Bord vorhandenen

Mücken bestimmt. Nach weiteren Versuchen dieser Art kam GRIFFIT in einem abschließenden Bericht (27) zu dem Ergebnis, daß infizierte Aedes aegypti auf Flügen von zwei und mehr Tagen Dauer ohne weiteres von einem Land zum anderen verschleppt werden könnten. TROLLI (101) führte 1932 in Belgisch Kongo ähnliche Versuche durch, bei denen er Mücken der Gattung Mansonia in Leinwandkäfigen unterbrachte und den Piloten zur Beförderung übergab. Eine vielbeachtete Arbeit wurde 1936 von HICKS und CHAND (33) veröffentlicht. Darin wurde mitgeteilt, daß in Käfigen untergebrachte weibliche Aedes aegypti den Flug Karachi-Amsterdam-Karachi-Jodhpur überlebt hatten, was einer Entfernung von 9580 Meilen und einer Reisedauer von 6 1/2 Tagen entsprach. Um die Möglichkeit der Verschleppung von Anopheles gambiae nach Frankreich zu untersuchen, schickten SICÉ et al. (89) weibliche Exemplare in Reagenzgläsern von Belgisch Kongo nach Marseille. DETHIER (13) brachte Käfige mit Anopheles gambi im Raum für das Fahrgestell unter. Die Mücken wurden während de Startes getötet oder doch so geschädigt, daß sie nur kurz überlebten.

Die wiedergegebenen Untersuchungen haben heute nur noch historisches Interesse, da die diskutierten Faktoren in einem modern Flugzeug kaum noch in Erscheinung treten. Die Flugzeiten haben sich durch die Erhöhung der Reisegeschwindigkeit erheblich verkürzt. Luftdruck, -temperatur und -feuchtigkeit entsprechen in der Druckkabine eines Flugzeuges den Bedingungen in Bodennähe oder maximal bis zu einer Höhe von 3000 m. Vibrationen treten in strahlgetriebenen Flugzeugen nicht mehr auf.

Man kann somit mit LAIRD (41) sagen, daß Insekten auch die längsten Flugreisen überleben. Dieser Schluß läßt sich außer aus den Ergebnissen der genannten Experimente auch aus den Erfahrungen ziehen, die beim Versand von Insekten zu wissenschaftlichen Zwecken gemacht werden. Bereits 1932 teilte ROUBAUD (83) mit, daß einige Exemplare von Anopheles maculipennis, die er auf dem Luftwege erhalten hatte, starr und gefroren ankamen, sich jedoch in einer warmen und feuchten Umgebung sofort wieder

erholten. Heute ist es allgemein üblich, das Flugzeug als die schnellste und sicherste Methode zum Versand von lebenden Insekten zu benutzen. In Hamburg kommen lebende Mücken aus Rom, Oslo, Bukarest und Piraeus wohlbehalten per Luftpost an.

Neben den genannten Experimenten, durch die die Überlebensfähigkeit von Insekten auf Flugreisen bestimmt werden sollte, wurden in großem Umfang I n s p e k t i o n e n v o n F l u g z e u g e n bei der Ankunft durchgeführt, um zufällig transportierte Arthropoden zu erfassen. Am Beginn stand eine Veröffentlichung von KISLIUK (39), in der von einigen Insekten berichtet wird, die 1928 bei der Ankunft des "Graf Zeppelin" in Nordamerika auf Blumensträußen gefunden wurden. Im Jahre 1931 begannen die Untersuchungen des United States Public Health Service (USPHS) in Miami, die bis in die jüngste Vergangenheit fortgeführt worden sind. Nach ersten Berichten (27, 30, 74, 104) erschien 1947 von MILLER et al. (63) eine Zusammenfassung der Ergebnisse von 1931-1938. Inzwischen waren die Untersuchungen auf alle aus Südamerika ankommenden Flugzeuge und - nach Einrichtung der transpazifischen Flugverbindung im Jahre 1936 - auch über den kontinentalen Teil der USA hinaus ausgedehnt worden. So konnte HUGHES (35) 1949 in einer umfassenden Arbeit über Ergebnisse berichten, die von 1937-1947 auf sieben Flughäfen im Süden der USA, in Puerto Rico und auf Hawaii gewonnen worden waren.

In Afrika wurden Untersuchungen in Belgisch Kongo (101, 102), in Kenia (38, 96), in Durban (82) und in Khartoum (81) durchgeführt. Die Ergebnisse sind neben Angaben aus den USA in einer Sammelstatistik von WHITFIELD (105) aus dem Jahre 1939 enthalten. In Neuseeland gewonnene Ergebnisse wurden von LAIRD (43,45) mitgeteilt. Nach DUGUET (15) wurden auch in Europa, und zwar auf dem Flughafen Shannon in Irland, solche Inspektionen durchgeführt.

In den für diese Arbeit ausgewerteten Berichten wird über die entomologische Untersuchung von ca. 85.000 Flugzeugen berichtet. Davon entfällt der weitaus größte Teil auf die Untersuchungen

des USPHS in den Jahren 1937-1947, in denen 80 716 Flugzeuge untersucht wurden (105). In ca. 30 000 Flugzeugen wurden Insekten und andere Arthropoden gefunden. Das bedeutet jedoch nicht, daß die übrigen insektenfrei waren. Da nicht damit gerechnet werden kann, daß alle an Bord vorhandenen Exemplare entdeckt wurden, sind die angegebenen Zahlen in jedem Fall Minimalwerte. Ein weiterer Unsicherheitsfaktor entsteht dadurch, daß lebende Insekten bei geöffneten Türen eindringen oder entweichen konnten und daß es nicht immer möglich war, beschädigte oder seltene Exemplare richtig zu bestimmen. Nach entsprechenden Untersuchungen muß angenommen werden, daß nicht mehr als 10 % der tatsächlich transportierten Insekten entdeckt wurden.

Unter diesem Vorbehalt kann gesagt werden, daß insgesamt ca. 110 000 Insekten und andere Arthropoden aufgefunden wurden, von denen 15,9 % lebten (35). Etwa ein Zehntel der Gesamtzahl waren Mücken, unter denen sich 4,9 % lebende Exemplare befanden. Bei einer Umrechnung auf 100 untersuchte Flugzeuge ergibt sich eine erstaunliche Übereinstimmung für längere Berichtszeiträume: 129,4 bzw. 131,5 Insekten für 1931-1938 (63) bzw. 1937-1947 (35). Auch die entsprechenden Werte für aufgefundene Mücken differieren nur unwesentlich (15,3 bzw. 15,9), während die Angaben für die einzelnen Berichtsjahre erhebliche Schwankungen aufweisen, die durch wechselnde Brutbedingungen in der Umgebung der Flughäfen bedingt sein dürften.

Erwartungsgemäß zeigte die systematische Einordnung der Funde eine große Variationsbreite. Allein 1945 wurden vom USPHS 524 verschiedene Arten gefunden (35). Der weitaus größte Teil waren Insekten, unter denen wiederum die Dipteren bei weitem überwogen (13,35). Die meisten Arten gehörten der Gattung Musca an (13, 35,43,45). Das Hauptaugenmerk galt den aufgefundenen Mücken. HUGHES (35) stellte aus den Berichten über 10 Jahre 73 verschiedene Arten zusammen. Davon wurden 25 Arten als "exotisch" bezeichnet, da sie in keinem der Gebiete vorkamen, in denen sie gefunden wurden. Unter ihnen fanden sich 11 Anophelesarten sowie

Überträger von Dengue und Elephantiasis. Die häufigste Mückengattung war Culex, die häufigste Art C. quinquefasciatus. Anophelen machten 2,4 % der Mücken aus. Von Aedes aegypti wurden nur 17 Exemplare gefunden, von denen 4 lebten.

Bei einer Wertung der genannten Zahlen ist zu bedenken, daß sie nur über den Umfang des zufälligen Transportes von Arthropoden durch den Luftverkehr Aufschluß geben, jedoch nichts über die seuchenhygienische Bedeutung besagen. Die potentiellen Gefahren, die mit der Verschleppung von Insekten verbunden sind, wurden definiert als die Möglichkeit einer Verschleppung von Erregern durch infizierte Exemplare oder als die Möglichkeit einer Verpflanzung von geeigneten Überträgern. Der erste Fall ist wenig wahrscheinlich und könnte eher durch den Transport von infizierten Personen eintreten. Die zweite Möglichkeit wird ebenfalls durch eine Reihe von hemmenden Faktoren eingeschränkt.

Mit dem Überleben des Fluges ist noch nicht die Gewähr gegeben, daß die Insekten in dem neuen Lebensraum ständig Fuß fassen. MILLER et al. (63) untersuchten 1947 die Möglichkeit einer Einschleppung von "exotischen" Anophelen in die USA. Sie setzten die Zahl der in einem Jahr lebend aufgefundenen Anophelen zu der Zahl der jährlich in die USA einfliegenden Flugzeuge in Beziehung und kamen dabei zu dem Ergebnis, daß mit einer Einfuhr von 10 bis 20 Exemplaren pro Jahr zu rechnen sei. Für die Ansiedlung einer neuen Spezies stellten sie die Mindestforderung auf, daß ein weibliches Exemplar den Flug überleben müsse, eine Wahrscheinlichkeit, die schon 1936 von HICKS und CHAND (33) als gering bezeichnet worden war. Dieses Exemplar muß ins Freie gelangen und Nachkommen hervorbringen, die sich ihrerseits weiter vermehren können. Dafür sind günstige makro- und mikroklimatische Bedingungen sowie geeignete Nahrungs- und Brutmöglichkeiten erforderlich. Auch dann wird die Vermehrung erschwert durch den Verdünnungsfaktor, z.B. durch natürliche Feinde.MILLER et al. kamen daher bei ihren Überlegungen zu dem Ergebnis, daß die Wahrscheinlichkeit der Verpflanzung einer Anophelesart durch den Luftverkehr in die USA gering sei und beriefen sich dabei

auf MAGATH (55, 56) und SOPER et al. (92), die ähnlich spärliche Resultate fanden. Man wird diese Aussage auf andere Gebiete und andere Überträger erweitern können. Außerdem ist vom epidemiologischen Standpunkt aus zu bedenken, daß mit der Ansiedlung einer Insektenart noch nicht ihre Eignung als Überträger unter den neuen Umweltbedingungen gesichert ist.

Es ist daher nicht verwunderlich, daß bisher keine schlüssigen Beweise für die dauernde Verpflanzung einer Insektenart durch den Luftverkehr vorliegen. LAVIER (49) gibt zwar an, daß Anopheles gambiae während des II. Weltkrieges durch Flugzeuge nach Oberägypten verschleppt worden sei, wo sich in Assiout ein schwerer Malariaherd bildete, jedoch erscheint diese Annahme nicht ausreichend gesichert. Es läßt sich hingegen eine Reihe von Fällen anführen, in denen die dauernde Verpflanzung einer Art trotz günstiger Voraussetzungen misslungen ist. So bestand während des II. Weltkrieges ein umfangreicher und in den meisten Fällen quarantänemäßig nicht kontrollierter Luftverkehr zwischen den südpazifischen Inseln und Gebieten, aus denen Malariaüberträger hätten herangebracht werden können. Trotzdem sind bisher auf diesen Inseln keine neuen Anophelen gefunden worden (109). Seit der großen Kampagne gegen Anopheles gambiae hat sich in Brasilien kein neuer Brutplatz gebildet, obwohl 1943 in Natal 5 lebende Exemplare gefunden wurden, die anscheinend durch den Luftverkehr dorthin gelangt waren (56). Ebenso wurde Glossina palpalis während des II. Weltkrieges zweimal in Natal gefunden, ohne daß daraus eine dauernde Ansiedlung in Brasilien entstanden wäre (92). Auch das Auftauchen von Anophele albimanus in Boca Platon in Florida, das auf den Luftverkehr zurückgeführt werden mußte, blieb ohne Folgen (19).

Die Überlegungen, über die bisher berichtet wurde, gehen zurück auf Insektenfunde, die im Innern von Flugzeugen gemacht wurden. BUREN (8) berichtete 1948 zum erstenmal über das Auffinden von Insekteneiern an der Außenfläche eines Flugzeugs. Nachdem die Aufmerksamkeit auf

diese Möglichkeit des Transports gelenkt worden war, erschienen in schneller Folge weitere Mitteilungen (16, 42, 45, 85). In allen Fällen handelte es sich um Eier von potentiellen P f l a n z e n s c h ä d l i n g e n , die z.T. im Labor ausgebrütet und identifiziert werden konnten. Eine Bevorzugung bestimmter Plätze, an denen die Eier abgelegt waren, konnte nicht festgestellt werden. Funde wurden sowohl an völlig exponierten als auch an geschützten Stellen gemacht. Die Art der Funde macht es unwahrscheinlich, daß medizinisch wichtige Insekten auf diese Weise verschleppt werden können, jedoch scheint die Möglichkeit für Pflanzenschädlinge durchaus gegeben zu sein. Es ist auch denkbar, daß Larven, die durch den Luftstrom während des Fluges abgerissen werden, auf diese Weise über ein weites Gebiet verbreitet werden können (85).

Die Gefahr der Verbreitung von Pflanzenschädlingen wird von verschiedenen Autoren (46, 55, 56, 66) für wesentlich größer gehalten als die der Verschleppung von medizinisch wichtigen Arthropoden. Bereits 1928 wies MONTGOMERY (64) auf die neuen Probleme der Pflanzenquarantäne hin, die durch Flugverbindungen zwischen den USA und Südamerika entstanden waren. Die Verbreitung von Schädlingen durch den Handel ist sicher nachgewiesen. Inzwischen sind jedoch auch zahlreiche Beispiele veröffentlicht worden, die mit Sicherheit auf den Luftverkehr als das verantwortliche Transportmittel hinweisen (46, 66, 109). Unter den bei der entomologischen Inspektion von Flugzeugen gefundenen Arthropoden waren zahlreiche gefährliche Pflanzenschädlinge (10).

Die erfolgreiche Verbreitung wird z.T. damit erklärt, daß Pflanzenschädlinge im allgemeinen widerstandsfähiger gegen Insektizide sind als die Überträger menschlicher Infektionskrankheiten (10). Außerdem können sie auf verschiedene Art transportiert werden: als Imagines im Flugzeuginnern, als Larven außen am Flugzeug oder als Eier und Larven in befallenem Wirtsmaterial (10, 55, 56). Die letzte Möglichkeit ist als die gefährlichs-

anzusehen und wurde schon bald von Landwirtschafts- und Gesundheitsbehörden erkannt. Die Folge war eine Pflanzenquarantäne, die in verschiedener Form von fast jedem Staat verlangt wird (46). Aus einer Arbeit von SHERMAN (88) geht hervor, daß zwar von keinem Staat ein totales Embargo verhängt wurde, daß aber auch nur zwei Staaten (Honduras und Thailand) keine Beschränkungen erlassen haben.

WHITTINGHAM (109) wies außerdem auf die Gefahr der Verbreitung von Überträgern von Tierkrankheiten hin und erläuterte dies durch Beispiele. Wenn es sich um Zoonosen handelt, ergeben sich Berührungspunkte mit der Humanmedizin, sonst liegt ein rein veterinärmedizinisches Problem vor.

IV. Nager

Nager sind als Reservoire, Zwischenwirte und Verschlepper von Krankheitskeimen an der Ausbreitung menschlicher Infektionskrankheiten beteiligt: Leptospiren werden mit dem Harn infizierter Tiere ausgeschieden, Ratten und andere Nager sind Wirtstiere des Pestflohs Xenopsylla cheopis, Tularämie und Salmonelleninfektionen können durch Nager verschleppt werden.

Im Schiffsverkehr ist die Notwendigkeit der Kontrolle von R a t t e n allgemein anerkannt. Es besteht kein Zweifel, daß Ratten den Handelswegen folgen. Im Luftve rkehr hingegen sind die Möglichkeiten einer Verschleppung von Nagern beschränkt. Der Grund dafür liegt vor allem in der Übersichtlichkeit, Sauberkeit und guten Ausleuchtung von internationalen Flughäfen sowie in den beschränkten Raumverhältnissen in Flugzeugen, die keine Schlupfwinkel bieten. Anziehungspunkte für Nager können bei der Nahrungsmittelversorgung entstehen, vor allem bei unsachgemäßer Vorratshaltung und Abfallbeseitigung. Der Luftfrachtverkehr scheint eher Gelegenheiten für den zufälligen Transport von Nagern zu bieten als der Personenverkehr.

Verschiedentlich wurde belegt, daß tatsächlich Nager auf dem Luftwege transportiert worden sind. Eine Episode aus der Anfangszeit des Luftverkehrs wurde von WHITFIELD (105) mitgeteilt: In Indien war 1927 eine aufgescheuchte Ratte in einem Flugzeug verschwunden. Sie wurde erst nach einem Monat im äußersten Rumpfende entdeckt, wo sie sich ein Nest eingerichtet hatte. In den USA wurde 1942 eine Mus musculus musculus in der Bordküche eines ankommenden Flugzeugs gefunden (76). TANON et al. (99) publizierten 1948 einen weiteren Fall: In einem zwischen Saigon und Paris verkehrenden Flugzeug stellten sich Schäden an der elektrischen Anlage ein, die alle Kontrollinstrumente ausfallen ließen, und die zunächst als Sabotage gedeutet wurden. Als jedoch auf dem folgenden Flug die gleichen Unregelmäßigkeiten auftraten, richtete sich der Verdacht auf eine Ratte. In Paris wurde nach vielen Mühen eine Mus rattus gefunden, die

wahrscheinlich aus Indochina stammte. Sie hatte sich einen Monat im Flugzeug aufgehalten und dabei 250 Flugstunden und eine Höhe von 5000 m überstanden.

An diesem letzten Vorfall wird deutlich, daß das Eindringen von Ratten in Flugzeuge vor allem aus Gründen der Flugsicherheit verhindert werden muß. Die seuchenhygienischen Gefahren sind demgegenüber als gering einzuschätzen (109, 115).

C. INTERNATIONALE SANITÄRE ABKOMMEN

Die Geschichte der internationalen sanitären Abkommen, die in Anlehnung an GEAR und DEUTSCHMAN (24) kurz abgehandelt werden soll, hat ihre entscheidenden Impulse durch Entdeckungen und Weiterentwicklungen auf dem Gebiet der Seuchenbekämpfung erhalten. Eine internationale Zusammenarbeit war so lange unmöglich, wie gesicherte epidemiologische Kenntnisse fehlten. Frühere Quarantänemaßnahmen beruhten auf Vermutungen und waren dementsprechend wenig erfolgreich. Ihre ungenügende Wirksamkeit versuchte man durch die rigorose Strenge zu ersetzen, mit der ihre Einhaltung durchgesetzt wurde, und die auch die Todesstrafe einschloß. Den Vorschriften haftete oft ein Element der Willkür an, und ihr fraglicher Effekt wurde zuweilen durch den verursachten Schaden übertroffen.

In der Mitte des vorigen Jahrhunderts begannen erste Bestrebungen um eine internationale Zusammenarbeit. Es galt vor allem, kommerzielle und sanitäre Gesichtspunkte zu vereinen. Auf Anregung der französischen Regierung kamen 1851 in Paris Vertreter von 12 Staaten zusammen. Die Arbeit wurde vor allem dadurch erschwert, daß die teilnehmenden Staaten sehr auf die Wahrung ihrer Souveränität bedacht waren. Trotzdem einigte man sich schließlich auf einen Kodex von 137 Artikeln, der Maßnahmen gegen Cholera, Pest und Gelbfieber enthielt. Er wurde allerdings nur von drei Staaten ratifiziert, von denen zwei später wieder zurücktraten.

Auf einer zweiten Konferenz, die 1859 in Paris stattfand, wurde der Versuch gemacht, den Beschlüssen von 1851 breitere Anerkennung zu verschaffen. Aber auch diesmal gingen die Ansichten über grundlegende Fragen weit auseinander. Die Choleraepidemie von 1865, die von Indien ausgehend sich über Ägypten nach Europa ausbreitete, war der Anlaß zu einer dritten Konferenz, die 1866 in Konstantinopel tagte. Die Delegierten von 16 Staaten erreichten eine bemerkenswerte Übereinstimmung besonders angesichts der Tatsache, daß die Choleravibrionen erst 17 Jahre später

entdeckt wurden. Auch die vierte Konferenz, die 1874 in Wien abgehalten wurde, befaßte sich in erster Linie mit der Cholera. Auf ihr tauchte zum erstenmal der Gedanke auf, eine ständige internationale Kommission für Epidemiefragen zu gründen.

Die Cholera war verschiedentlich nach Nordamerika eingeschleppt worden, wo außerdem die Kontrolle des Gelbfiebers Schwierigkeiten bereitete. Diese beiden Krankheiten standen daher im Vordergrund der fünften Konferenz, die 1881 in Washington zusammentrat. FINLAY äußerte hier seine Vermutung, daß an der Verbreitung des Gelbfiebers ein zusätzliches Agens beteiligt sein müsse. Fortschrittliche Ergebnisse der Konferenz waren Bemühungen um einen regelmäßigen Austausch von epidemiologischen Informationen und um eine Vereinheitlichung von Gesundheitspapieren.

Trotz der bakteriologischen Entdeckungen von KOCH und PASTEUR, die in dieser Zeit die ersten wissenschaftlichen Grundlagen für weitere Diskussionen lieferten, blieben Gesichtspunkte des nationalen Prestiges und der Souveränität weiter wirksam. So konnte man sich auch auf der sechsten Konferenz, die 1885 in Rom tagte, nicht auf verbindliche Vorschriften einigen. Die Diskussionen scheiterten an der Frage der Quarantäne, wobei wiederum kommerzielle Gesichtspunkte den Ausschlag gaben. Es blieb bei Empfehlungen ohne Rechtskraft.

Im letzten Jahrzehnt des 19. Jahrhunderts wurde eine Reihe weiterer Konferenzen abgehalten, auf denen einige Abkommen mit begrenzter Gültigkeit abgeschlossen wurden. Die Cholera stand 1892 in Venedig, 1893 in Dresden und 1894 in Paris im Vordergrund, während der Anlaß für die Konferenz von 1897 in Venedig ein neuerlicher Pockenausbruch in Indien war. So waren am Ende des Jahrhunderts zwar keine weitreichenden Fortschritte, aber doch erste Ansätze zu einer internationalen Zusammenarbeit erzielt.

Die erste Konferenz des 20. Jahrhunderts, die 1903 in Paris tagte, führte zum Abschluß einer internationalen sanitären Konvention, in der sich die Signatarstaaten zum Austausch epidemio-

logischer Informationen und zur Einhaltung der beschlossenen sanitären Maßnahmen verpflichteten. In Amerika waren inzwischen die "Pan American Sanitary Organization" (PASO) und das "Pan American Sanitary Bureau" (PASB) gegründet worden. Die von ihnen vorbereitete Konvention von Washington 1905 übernahm die Grundsätze des Pariser Abkommens von 1903.

Ein bedeutender Fortschritt wurde 1907 in Paris mit der Gründung des "Office International d'Hygiène Publique" gemacht. Diese erste internationale sanitäre Organisation versah ihre Aufgaben 40 Jahre lang und übergab sie dann an die WHO.

Bakteriologische und epidemiologische Fortschritte machten eine Überarbeitung der Konvention von 1903 erforderlich. Dies geschah 1912 in Paris, jedoch verzögerte der I. Weltkrieg die Ratifizierung bis 1920. Inzwischen war eine erneute Revision notwendig geworden, als deren Ergebnis die Internationale Sanitäre Konvention von 1926 in Paris abgeschlossen wurde. Sie enthielt zum erstenmal auch Bestimmungen gegen Fleckfieber und Pocken und wurde 1938 zum Teil abgeändert.

Die ersten Vereinbarungen über die sanitäre Kontrolle des Luftverkehrs wurden 1933 getroffen. Auf Anregung des "Office International d'Hygiène Publique" wurden die Bestimmungen der Konvention von 1926 auf den Luftverkehr ausgedehnt und entsprechend erweitert. Der Vertrag wurde am 12. April 1933 in Den Haag als die "International Sanitary Convention für Aerial Navigation" abgeschlossen. Für die Durchführung der Bestimmungen sollte das "Office International d'Hygiène Publique" verantwortlich sein. Bereits in diesem ersten Abkommen finden sich Grundsätze, die in allen späteren wiederkehren.

Im Lauf der Zeit stellte sich die Unzulänglichkeit des Abkommens heraus. Deshalb wurde noch während des II. Weltkrieges von der amerikanischen Regierung eine Versammlung der interessierten Staaten einberufen, die das Abkommen abändern und ergänzen sollte. Am 15. Dezember 1944 wurde in Washington die "International

Sanitary Convention für Aerial Navigation 1944" abgeschlossen, die nach Artikel XIX als ein Bestandteil des Abkommens von 1933 galt. Das Abkommen trat am 15. Januar 1945 in Kraft. Die Befugnisse des "Office International d'Hygiène Publique" wurden der "United Nations Relief and Rehabilitation Administration" (UNRRA) übertragen. Nach Artikel XXIII wäre das Abkommen 18 Monate nach seinem Inkrafttreten, also am 15. Juli 1946 erloschen. Daher wurde zuvor das "Protocol of 23 April 1946 to prolong the International Sanitary Convention for Aerial Navigation" in Washington abgeschlossen. Darin wurde vereinbart, daß das Abkommen von 1944 bis zum Abschluß eines neuen in Kraft bleiben und die UNRRA ihre Tätigkeit fortsetzen sollte, bis diese von einer neu zu gründenden Organisation übernommen werden konnte.

Im Abkommen von 1944 wurde vor allem der Immunisierung großer Wert beigelegt. Die erforderlichen Impfnachweise wechselten je nach der Reiseroute, wobei von Indien besonders streng die Immunität gegen Gelbfieber und von Australien gegen Pocken gefordert wurde. Die Gültigkeitsdauer der Impfnachweise wurde von den einzelnen Ländern unterschiedlich bemessen, ebenso die erforderliche Dosis der Vakzine oder des Serums (40). Aus dieser Rechtsunsicherheit entstanden für die Fluggesellschaften große Schwierigkeiten, da bei einer Verweigerung der Einreise der Passagier zurückbefördert werden mußte. Die Gesellschaften verlangten daher zuweilen Impfnachweise für alle übertragbaren Krankheiten. Die Folge war, daß die entsprechenden Bescheinigungen gefälscht und zu einem festen Tarif auf dem schwarzen Markt gehandelt wurden (19). Die damalige Situation wird deutlich an einem Vorfall, der sich während des II. Weltkrieges abspielte: Als Sir Stafford Cripps in einer dringenden Mission über Afrika nach Indien reiste und bei der Ankunft nicht die geforderten Unterlagen beibringen konnte, durfte er seine Verhandlungen nur in einer Art von Quarantäne führen.

Außer den Impfzeugnissen wurden in dieser Zeit im internationalen Luftverkehr noch eine Reihe weiterer Dokumente verlangt,

z.B. eine "Aircraft Declaration of Health" und eine "Personal Declaration of Origin and Health", die über den Aufenthalt des Inhabers in den vorhergehenden zwei Wochen Auskunft geben sollte. Flugzeuge, die zwischen Großbritannien und Indien verkehrten, erhielten ein "Certificate of Disinsectization", wenn nach der in Indien verlangten Methode verfahren worden war.

Die Anwendung der genannten Abkommen wurde vor allem dadurch erschwert, daß sie keine allgemeine Gültigkeit besaßen. Die nationalen Gesetzgebungen hatten mit den fortwährenden Abänderungen und Ergänzungen nicht Schritt gehalten. Nach einer Darstellung von GAUD (23) waren 1948 von 70 souveränen Staaten 9 an die Konventionen von 1933 und 1944, 9 an die Konvention von 1944, 16 an die Konvention von 1933 und 36 an keine Konvention gebunden. Die weiterhin gültigen nationalen Gesetze stimmten in den wenigsten Fällen mit den Konventionen überein. Die nicht gebundenen Staaten erließen eigene Gesetze, von denen einige sehr großzügig, andere sehr streng waren. Das zeigte sich besonders während der Choleraepidemie im Herbst 1947 in Ägypten, die zu Quarantänemaßnahmen führte, wie sie seit dem Mittelalter nicht mehr angeordnet waren. Grenzen wurden geschlossen, und das Eindringen von verdächtigen Personen wurde mit dem Einsatz von Schußwaffen bedroht (2).

Zur gleichen Zeit bestand neben den genannten Abkommen noch eine Reihe weiterer zwischenstaatlicher Verträge, deren Zahl für 1949 mit 17 angegeben wird (6). In einem dieser Abkommen hatten sich am 1. Februar 1950 Großbritannien, Frankreich, Belgien, Holland und Luxemburg zusammengeschlossen, so daß sie hinsichtlich der Gesundheitskontrolle des Luftverkehrs als ein geschlossenes Gebiet betrachtet werden konnten. Bei Reisen innerhalb dieses Gebietes wurden mithin die "Aircraft Declaration of Health" und die "Personal Declaration of Origin and Health" hinfällig. Während einer Epidemie konnten einzelne Gebiete ausgeschlossen werden. Alle sanitären Maßnahmen konnten nur einmal bei der Einreise oder beim Verlassen des ganzen Gebietes durchgeführt werden. Eine gleichlautende "Warning Postcard" sollte Passagieren, die aus einem

infizierten Gebiet kamen, mit der Auflage ausgehändigt werden, diese ihrem Arzt beim Auftreten von Krankheitssymptomen zu übergeben.

Inzwischen hatten Bemühungen begonnen, das Nebeneinander verschiedener Abkommen durch die Abfassung von internationalen Bestimmungen mit allgemeiner Anwendbarkeit zu ersetzen. Ein Interimsausschuß hatte die Aufgabe der UNNRA am 1. Dezember 1946 auf die WHO übertragen. Die Verfassung dieser Organisation sah die Schaffung internationaler Gesundheitsbetimmungen vor. Von der Plenarversammlung wurde ein Expertenkommittee eingesetzt, das eine Revision und Verschmelzung der bestehenden Abkommen vorbereiten sollte. Dabei sollten neuere Erkenntnisse der Epidemiologie und Kontrolle seuchenhafter Krankheiten berücksichtigt werden. Ein besonderer Unterausschuß wurde gebildet, um die sanitäre Kontrolle des Pilgerverkehrs nach Mekka vorzubereiten.

Ein erster Entwurf wurde zusammengestellt und den Mitgliedstaaten und interessierten Organisationen zugeleitet. Die darauf eingehenden Kommentare und Anregungen wurden in einem vorläufigen Text berücksichtigt, der die Grundlage für die Beratungen eines besonderen Ausschusses der 3. Weltgesundheitsversammlung bildete. Der endgültige Text wurde 1951 von der 4. Weltgesundheitsversammlung in Genf als "International Sanitary Regulations" (ISR) einstimmig angenommen (112). Als die ISR am 1. Oktober 1952 in Kraft traten, ersetzten sie 13 verschiedene Abkommen, die bis zu diesem Tag Gültigkeit gehabt hatten. Als einzige Ausnahme blieb ein Paragraph der Konvention von 1944 über die Desinsektion von Flugzeugen in Kraft.

Die Annahme der ISR durch die Mitgliedstaaten erfolgte entsprechend der Verfassung der WHO. Danach sind Bestimmungen nach ihrer Annahme durch die Plenarversammlung für alle die Mitgliedstaaten verbindlich, die nicht bis zu einem bestimmten Termin dem Generaldirektor der WHO ihre Ablehnung oder Vorbehalte mitgeteilt haben. Dadurch erübrigt sich eine Ratifizierung durch

nationale legislative Körperschaften. Gleichzeitig wird durch dieses Verfahren den Bestimmungen die nötige Anpassungsfähigkeit an wechselnde epidemiologische Bedingungen und wissenschaftliche Fortschritte verliehen, da Änderungen auf die gleiche Weise vorgenommen werden können. Die heute gültige Fassung der ISR vom 1. Juli 1957 (116) ist gegenüber der ersten durch die 8. und 9. Weltgesundheitsversammlung hinsichtlich des Gelbfiebers, der Gesundheitskontrolle des Pilgerverkehrs und des internationalen Impfzeugnisses gegen Pocken abgeändert worden.

Die ISR beziehen sich auf jede Form des internationalen Verkehrs. Sie enthalten neben allgemeinen Vorschriften auch spezielle für den Luftverkehr. Sie sollen, wie es im Vorwort heißt, die größtmögliche Sicherheit gegen die internationale Ausbreitung von Krankheiten bei einer möglichst geringen Einmischung in den Weltverkehr erreichen. Im Vordergrund steht der Schutz der öffentlichen Gesundheit, und die Krankheit der Einzelperson ist im Sinne der ISR nur dann von Bedeutung, wenn sie Ausgangspunkt einer progressiven Ausbreitung sein kann. Es sind daher nur Maßnahmen gegen sechs Krankheiten vorgesehen, die als quarantänepflichtig bezeichnet werden: Pest, Cholera, Gelbfieber, Pocken, Fleckfieber und Rückfallfieber. Als Pocken gelten Variola major und Variola minor (Alastrim) , so daß die entsprechenden Bestimmungen für beide Krankheitsformen anwendbar sind (69).

Aufgrund einer Anregung der "International Air Transport Association" (IATA) befaßte sich die 4. Weltgesundheitsversammlung im Mai 1951 mit der Frage, ob die Vorschriften der ISR für die sanitäre Kontrolle des Luftverkehrs ausreichend seien. Als Ergebnis der Beratungen wurde in einer Entschließung zum Ausdruck gebracht, daß die Gesundheit der Besatzungsmitglieder im Interesse der Flugsicherheit unter allen Umständen geschützt werden müsse. Es wurde deshalb für notwendig gehalten, auf allen Flughäfen nicht nur die in den ISR behandelten quarantänepflichtigen Krankheiten zu kontrollieren, sondern auch andere wie Ruhr, Nahrungsmittelvergiftungen, Gastroenteritis und Malaria.

Von der Versammlung wurde daher vorgeschlagen, Empfehlungen für das Vorgehen der Gesundheitsbehörden bei dem Betrieb von internationalen Flughäfen abzufassen. Die WHO berief daraufhin ein Expertenkommittee ein, das die sehr allgemein gehaltenen Bestimmungen der ISR durch genauere Angaben ergänzen sollte. Dieser Ausschuß begründete in seinem ersten Bericht (115) die Notwendigkeit solcher Empfehlungen mit dem Hinweis, daß die ISR sich auf die Kontrolle der sechs quarantänepflichtigen Krankheiten beschränken und keine Angaben über die allgemeine Hygiene auf Flughäfen enthalten. Die durch den Ausschuß zusammengestellten Richtlinien sind inzwischen von der WHO als "Guide to Hygiene and Sanitation in Aviation" (118) veröffentlicht worden. Darin werden Vorschläge gemacht, wie Besatzung und Passagiere im Flugzeug und auf Flughäfen gegen Infektionen aller Art geschützt werden können. Solche Empfehlungen waren bisher nur auf nationaler Ebene, so vom United States Public Health Service (77,103) herausgegeben worden.

D. SANITÄRE MASSNAHMEN IM INTERNATIONALEN LUFTVERKEHR

Den besonderen Möglichkeiten einer Krankheitsverschleppung durch den Luftverkehr kann nicht dadurch begegnet werden, daß die bei anderen Verkehrsarten üblichen und ausreichenden sanitären Maßnahmen für den Luftverkehr übernommen und auf ihn angewandt werden. Insbesondere ist es nicht möglich, die im Schiffsverkehr üblichen Verfahren auf den Luftverkehr zu übertragen. So wurde bereits in der Anfangszeit des internationalen Luftverkehrs die Durchführung einer routinemäßigen Quarantäne allgemein abgelehnt (27, 32, 47, 57, 58).

Die besonderen Schwierigkeiten bei der sanitären Kontrolle des Luftverkehrs ergeben sich aus der Tatsache, daß bei der Ankunft eines Flugzeugs nur schwer die potentielle Gefahr einer Krankheitsverschleppung exakt abzuschätzen ist, wenn allein die bei der Untersuchung des Flugzeugs und seiner Insassen gewonnenen Informationen zur Verfügung stehen. Die Notwendigkeit und Art der einzuschlagenden sanitären Maßnahmen kann nur dann bestimmt werden, wenn bereits vor der Landung ausreichende Anhaltspunkte vorliegen, die über die Möglichkeit einer Krankheitsverschleppung Aufschluß geben. Das bedeutet einmal, daß sich die sanitäre Kontrolle im Luftverkehr nicht auf Gegenmaßnahmen beschränken darf, sondern auf p r o p h y l a k t i s c h e M a ß n a h m e n ausgedehnt werden muß. Zum anderen muß dafür gesorgt werden, daß den verantwortlichen Gesundheitsbehörden ausreichende Informationen vorliegen, die von den bei der Untersuchung eines Flugzeugs gewonnenen unabhängig sind und genauen Aufschluß über die Möglichkeit einer Krankheitsverschleppung geben.

Das Ziel prophylaktischer Maßnahmen ist, die Möglichkeiten einer Krankheitsverschleppung weitestgehend einzuschränken. Wenn dies in vollem Maße gelingt, kann auf die Anwendung von Gegenmaßnahmen im Einzelfall ganz verzichtet werden. Der Schwerpunkt solcher prophylaktischer Maßnahmen liegt in den Gebieten, aus denen eine Krankheitsverschleppung droht. LEGENDRE (52) vertrat bereits 1933

die Meinung, daß es die natürliche und allein wirksame Methode sei, die Ursache der Infektion zu bekämpfen, anstatt sich auf die Vermeidung der Folgen zu beschränken. Der gleiche Gesichtspunkt kommt in den Richtlinien der WHO (115) zum Ausdruck, in denen eine Umgebungssanierung der internationalen Flughäfen und ihrer Nachbarschaft gefordert wird. Dazu sollen Nager und Arthropoden kontrolliert, Trinkwasser- und Nahrungsversorgung überwacht und eine aktive Immunisierung der auf dem Flughafen beschäftigten Menschen durchgeführt werden. Schon bei der Anlage von Flughäfen sollten sanitäre Gesichtspunkte berücksichtigt werden.

Solange solche Maßnahmen nicht dazu führen, daß die Voraussetzungen für eine Verschleppung von Krankheiten durch den Luftverkehr gänzlich beseitigt werden, sind weiterhin Vorkehrungen gegen diesen Fall erforderlich. Sie werden um so eher benötigt, je weniger wirksam die Prophylaxe ist. Es wurde bereits betont, daß die größte Schwierigkeit bei der Anwendung solcher Maßnahmen in der Indikationsstellung liegt. Von wenigen zweifelsfreien Fällen abgesehen, z.B. beim Vorliegen von eindeutigen Krankheitszeichen, wird im allgemeinen der Verdacht einer Krankheitsverschleppung die Begründung für die Anwendung von Gegenmaßnahmen sein. Da sich dieser Verdacht nur schwer durch die Untersuchung eines Flugzeugs und seiner Insassen bestätigen oder ausschließen läßt, sind davon unabhängige Informationen erforderlich.

In der Vergangenheit wurde großer Wert auf Dokumente gelegt, die Aufschluß über Infektionsmöglichkeiten in der vorhergehenden Zeit gaben. Sie wurden von dem Kommandanten des Flugzeugs oder von den Reisenden selbst verlangt. Diese Möglichkeit ist auch heute noch in einer entsprechenden Bestimmung der ISR vorgesehen. Danach sollen in der "Aircraft General Declaration", die jedes Flugzeug mit sich führt, Angaben gemacht werden über Personen und Ladung, die eine gesundheitliche Gefahr darstellen können, sowie über bereits durchgeführte sanitäre Maßnahmen. Zu diesen Dokumenten ist sinngemäß auch der Nachweis einer I m m u n i t ä t zu rechnen, der unter bestimmten Voraussetzungen die Anwendung von Maßnahmen grundsätzlich ausschließt.

Wichtiger als solche Dokumente sind jedoch heute Informationen, die schon vor der Ankunft eines Flugzeugs zur Verfügung stehen, wenn die Reiseroute bekannt ist. Die WHO hat zu diesem Zweck ein System geschaffen, das von grundlegender Bedeutung für die Anwendung und Wirksamkeit der ISR ist. Es beruht auf dem A u s t a u s c h v o n e p i d e m i o l o g i s c h e n I n f o r m a t i o n e n ü b e r d i e V e r b r e i t u n g d e r q u a r a n t ä n e p f l i c h t i g e n K r a n k h e i t e n, der zwischen den einzelnen Staaten durch die Vermittlung der WHO vorgenommen wird. Dies wird durch die Abgrenzung von bestimmten Bezirken innerhalb des Staatsgebietes ermöglicht. Ein solcher Bezirk muß eine eigene Gesundheitsbehörde haben, durch die die Durchführung der ISR gewährleistet wird, und wird in den ISR als "local area" bezeichnet. Die WHO hat diese Bezirke in ihrem "CODEPID Map Supplement" zusammengestellt, auf das sich alle Veröffentlichungen über das Vorkommen der quarantänepflichtigen Krankheiten in den Radiosendungen der WHO und im "Weekly Epidemiological Record" beziehen (71).

Ein solcher Bezirk kann für infiziert oder für frei von der Infektion erklärt werden. Die dafür maßgebenden Kriterien richten sich nach den Besonderheiten der sechs quarantänepflichtigen Krankheiten, im wesentlichen nach dem Übertragungsmodus, der Inkubationszeit und der Möglichkeit des Erregernachweises. Die Beurteilung der Seuchenlage wird durch die zuständige nationale Gesundheitsbehörde vorgenommen, die das Ergebnis an die WHO weiterleitet. Die erhaltenen Angaben werden durch die WHO gesammelt und publiziert, so daß sie allen Mitgliedstaaten zur Verfügung stehen. Sie bilden die Grundlage für die Anwendung von sanitären Maßnahmen bei der Ankunft eines Flugzeugs, da die Notwendigkeit und Art der einzuschlagenden Maßnahmen durch die Seuchenlage am zuletzt besuchten Flughafen bestimmt wird.

Weitere allgemeine Bestimmungen der ISR befassen sich mit der s a n i t ä r e n A u s s t a t t u n g v o n F l u g h ä f e n, durch die die Durchführung der Vorschriften gewährleistet werden

soll. So ist, wie schon in der Konvention von 1933, eine Klassifizierung von Flughäfen vorgesehen. Für jeden internationalen Flughafen werden bestimmte Einrichtungen gefordert, besonders im Hinblick auf die Trinkwasserversorgung und Abfallbeseitigung. Darüber hinaus wird die Einrichtung von "sanitary airports" angeregt, auf denen neben einem organisierten ärztlichen Dienst auch Möglichkeiten zur Behandlung von Reisenden, für bakteriologische Untersuchungen und für Impfungen vorhanden sein sollen. Zur Erleichterung des Transitverkehrs können Räumlichkeiten für den Aufenthalt von Durchgangsreisenden eingerichtet werden, in denen sie nicht mit lokalen Krankheitsfaktoren in Berührung kommen (z.B. gegen Mücken gesicherte Räume). Reisende, die sich in einer solchen "direct transit area" aufgehalten haben, werden bei der Ankunft als nicht verdächtig angesehen, auch wenn der zuletzt besuchte Flughafen selbst ein infizierter Bezirk war.

Eine dritte Art von Flughäfen ist im Zusammenhang mit dem Gelbfieber vorgesehen, für das besondere Vorschriften erlassen sind. So sollen Gebiete, in denen das Gelbfiebervirus nicht vorkommt, sich jedoch nach seiner Einschleppung ausbreiten könnte, als "yellow-fever receptive area" der WHO gemeldet werden, die sie zugleich mit Angaben über die Verbreitung des Gelbfiebers im "Weekly Epidemiological Record" veröffentlicht. In solchen Gebieten kann die Landung von Flugzeugen, die aus einem Gelbfieberinfizierten Gebiet kommen, auf Flughäfen beschränkt werden, die besonders zu diesem Zweck vorgesehen und eingerichtet sind. Im übrigen darf keinem Flugzeug aus sanitären Gründen die Landeerlaubnis verweigert werden.

Das System der "local area" und die Einteilung der Flughäfen bilden die Grundlage für die Anwendung der in den ISR vorgesehenen Maßnahmen. Je nach den Informationen, die über den Herkunftsort eines Flugzeugs vorliegen, gilt es bei der Ankunft als infiziert, verdächtig oder nicht infiziert. Als infiziert wird ein Flugzeug im allgemeinen nur angesehen, wenn bei

der Ankunft ein Krankheitsfall an Bord ist. Alle Maßnahmen der ISR stellen in jedem Fall das Maximum dar, d.h. über die angegebenen Vorkehrungen hinaus dürfen keine Maßnahmen gegen Flugzeuge oder Passagiere durchgeführt werden.

I. Sanitäre Kontrolle auf Flughäfen

Auf Flughäfen soll durch geeignete Maßnahmen für hygienisch einwandfreie Umweltbedingungen gesorgt werden. Dadurch soll einmal die Verschleppung von infektiösem Material verhindert, zum anderen die Infektionsgefahr für Besatzungsmitglieder und Passagiere eingeschränkt werden. Es handelt sich also um Maßnahmen, die sowohl dem Schutz der individuellen Gesundheit als auch der Verhütung einer Krankheitsverschleppung dienen.

Die Versorgung mit einwandfreiem T r i n k w a s s e r gehört zu den grundlegenden Erfordernissen. Im Luftverkehr wird eine Unterscheidung zwischen Trink- und Waschwasser abgelehnt, da auch bei ausreichender Kennzeichnung die Möglichkeit einer Verwechslung nicht ausgeschlossen werden kann. Es muß daher für den gesamten Flughafenbereich eine Wasserversorgung garantiert sein, die allen Ansprüchen an Qualität und Quantität genügt. Daraus muß der Bedarf für alle Menschen auf dem Flughafen, für die Zubereitung von Nahrungsmitteln und Getränken, für Reinigungszwecke und schließlich für die Versorgung der Flugzeuge vor dem Start gedeckt werden. Die für die Versorgung der Flugzeuge benötigte Menge wird durch den Bedarf zum Trinken, zum Waschen sowie zur Aufrechterhaltung einer bestimmten Lufttemperatur und -feuchtigkeit bestimmt. Bei der Berechnung dieser Menge werden Dauer und Zeitpunkt des Fluges (Tag- oder Nachtflüge) zugrunde gelegt (11,59).

Aus Gründen der Gewichtsersparnis hat man versucht, Wasser während des Fluges zu gewinnen. Untersucht wurden die Möglichkeiten einer Wassergewinnung aus den Auspuffgasen, einer Wiederverwendung von gebrauchtem Waschwasser und die Gewinnung von Wasserdampfkondensaten innerhalb des Flugzeugs. Bis jetzt hat sich jeder dieser Wege aus technischen, hygienischen, ästhetischen oder Sicherheitsgründen als unbefriedigend erwiesen (61). Es ist daher weiterhin notwendig, vor dem Start die erforderliche Wassermenge genau zu berechnen und nur so viel Wasser zu laden, wie bis zur nächsten Versorgungsbasis benötigt wird.

Bis vor wenigen Jahren war es allgemein üblich, die erforderliche Wassermenge in transportablen Behältern im Flugzeug mitzuführen. Diese Behälter wurden nach der Landung gegen frisch gefüllte ausgetauscht. Da hiermit ein häufiges Hantieren mit den Behältern verbunden war, war diese Methode hygienisch nicht unbedenklich. Man ist daher in der letzten Zeit dazu übergegangen, in Flugzeugen geschlossene Wassersysteme fest zu installieren. Solche Wassertanks, die im allgemeinen mit elektrischen Pumpen ausgerüstet sind, können vollständig entleert und gründlich gereinigt werden. Innerhalb des Systems darf kein Rückfluß möglich sein, durch den das ganze System verunreinigt werden könnte. Der Einbau von Filtern wurde vom US Public Health Service abgelehnt, da sie eine besondere Wartung erfordern, wenn sie nicht zu Brutstätten von Bakterien werden sollen.

Die Wassertanks können nur selten durch eine direkte Schlauchverbindung zu einem Hydranten gefüllt werden, da sich diese Zapfstellen im allgemeinen nicht in der Nähe der abgestellten Flugzeuge befinden. Daher werden besondere Wasserwagen verwendet, für die bestimmte Konstruktionsmerkmale empfohlen werden, um ein hygienisches Vorgehen zu gewährleisten. Der Einfüllstutzen am Flugzeug und die Auslaßöffnung für Abwasser sollen an entgegengesetzten Seiten liegen und sich außerdem noch durch ihr Kaliber unterscheiden. Einzelheiten über die Methode, nach der bei einer großen Fluggesellschaft die Trinkwasserversorgung vorgenommen wird, finden sich bei WHITTINGHAM (107).

Allgemein anerkannte Maßstäbe über die Qualität von Trinkwasser sind erst in der letzten Zeit aufgestellt worden. Nach Informationen der WHO hatten 1953 zwei Qualitätsstandards breitere Anerkennung gefunden: in der westlichen Hemisphäre die Bestimmungen des US Public Health Service (78) und innerhalb des britischen Commonwealth die Richtlinien des britischen Gesundheitsministeriums (5). Daneben existierte noch eine Reihe weiterer Angaben, die aber nur lokale Bedeutung hatten. Entsprechend unterschiedlich waren die Untersuchungsmethoden zur Bestimmung der Qualität.

Inzwischen sind von der WHO internationale Richtlinien für die Qualität von Trinkwasser veröffentlicht worden (117). Sie stellen Mindestforderungen dar, die von nationalen Bestimmungen nicht unterschritten werden sollen. In diesen Richtlinien wird besonders auf die Gefahren beim Betanken von Flugzeugen hingewiesen und eine wöchentliche Kontrolle der Wasserqualität gefordert.

Auch über eine vorsorgliche Desinfektion von Trinkwasser sind genaue Empfehlungen von der WHO herausgegeben worden (118). Eine solche Behandlung soll durchgeführt werden, wenn Wasser minderer oder unbekannter Qualität verwendet werden muß. Sie gilt als ausreichend, wenn die Cysten von Entamoeba histolytica und das Virus der infektiösen Hepatitis zerstört werden. Im allgemeinen kann dies durch Kochen erreicht werden, allerdings nicht in einer Höhe von mehr als 3000 m. Cysten können durch Filtrieren des Wassers entfernt werden. Beim Chloren des Wassers ist zu bedenken, daß nur für die Abtötung vegetativer Formen relativ niedrige Chlorkonzentrationen ausreichend sind. Der für die Vernichtung von Amoebencysten und Hepatitisviren erforderliche Gehalt liegt dagegen so hoch, daß das Wasser einen sehr unangenehmen Geruch und Geschmack annimmt, vor allem wenn es mit organischen Stoffen verunreinigt ist. Für diesen Fall wird empfohlen, das Wasser nach einer Einwirkungszeit von 30 Minuten mit einem ungiftigen Reduktionsmittel zu entchloren.

Die wichtigsten Gesichtspunkte einer allgemeinen N a h r u n g s m i t t e l h y g i e n e finden sich in dem Bericht eines Sonderausschusses der WHO (113). Dieser Bericht bildete die Grundlage für die Empfehlungen, die von der WHO für die besonderen Verhältnisse im Luftverkehr herausgegeben worden sind (116).

Danach ist es in erster Linie wichtig, nur einwandfreie Rohstoffe zu verwenden. Auf Speisen, die ein gesundheitliches Risiko darstellen, soll grundsätzlich verzichtet werden. Besondere Aufmerksamkeit soll auf alle Personen verwendet werden, die mit

der Lieferung und Zubereitung von Nahrungsmitteln beschäftigt sind. Von der WHO wird empfohlen, sie unter medizinische Kontrolle zu stellen und nur dann bei ihrer Tätigkeit zu belassen, wenn kein Verdacht auf eine Infektionskrankheit besteht. Darüber hinaus soll das gesamte Personal, das mit Nahrungsmitteln in Kontakt kommt, hygienisch ausgebildet werden. Das gilt besonders für einfache Verrichtungen wie das Geschirrspülen, die hygienisch sehr wichtig sind.

Genaue Hinweise wurden für den Umgang mit Nahrungsmitteln gegeben, damit die intensive Bearbeitung, die in der Bodenstation erforderlich ist, nicht zu einer Verunreinigung führt. Die Richtlinien enthalten detaillierte Angaben über die Einrichtung und Instandhaltung von Räumlichkeiten, in denen Speisen zubereitet oder aufbewahrt werden. Ein umfangreicher Abschnitt befaßt sich mit der Behandlung von gebrauchtem Geschirr und Bestecken. Dabei wird zwischen der Reinigung und einer keimtötenden Behandlung unterschieden, die sich in jedem Fall anschließen soll. Sie ist erforderlich, da eine ausreichende Säuberung an Bord nicht durchgeführt werden kann. Aus dem gleichen Grund wird die weitgehende Verwendung von Gegenständen empfohlen, die zum einmaligen Gebrauch bestimmt sind.

Für die Verrichtungen an Bord soll eine möglichst große Gleichförmigkeit auch hinsichtlich der Einrichtungen angestrebt werden. Dadurch sollen Bedienung, Reinigung und Reparaturen auch auf ausländischen Flughäfen erleichtert werden. Während des Fluges wird man sich im allgemeinen auf das Servieren fertiger und auf das Zubereiten halbgarer oder eingefrorener Speisen beschränken. Dabei ist zu bedenken, daß vorbereitete Speisen innerhalb einer bestimmten Zeit nach der Ablieferung an das Flugzeug serviert werden müssen. Wenn sie länger als 2 Stunden aufbewahrt werden sollen, müssen sie bei einer Temperatur von weniger als 10° oder mehr als 60° C gehalten werden. Schließlich wird empfohlen, keine Speisen während der Verwendung von Insektiziden im Flugzeug zu servieren.

Bereits die Konvention von 1933 befaßte sich mit der A b f a l l b e s e i t i g u n g und enthielt das Verbot, Exkremente aus einem Flugzeug zu entleeren, das sich in der Luft befindet. Es wurde jedoch eine vielkritisierte Einschränkung gemacht, die dieses Verbot über dem offenen Meer aufhob. Heute ist es nach den ISR grundsätzlich verboten, aus einem in der Luft befindlichen Flugzeug etwas zu werfen oder fallen zu lassen, das möglicherweise die Ausbreitung einer epidemischen Krankheit verursachen könnte

Die Schwierigkeiten beginnen mit der Konstruktion von ausreichenden Toiletten in Flugzeugen, die trotzdem der Forderung nach weitgehender Raum- und Gewichtsersparnis genügen. Genaueres darüber findet sich bei BOWEY (4). In älteren Flugzeugmodellen werden die Exkremente in austauschbaren Behältern aufgefangen, die nach der Landung entfernt und durch gesäuberte ersetzt werden. Da dieses Verfahren umständlich und nicht immer hygienisch unbedenklich ist, wurde es weitgehend aufgegeben. In modernen Flugzeugen ist ein Sammelbehälter fest installiert, der die gesamten Abwässer ohne Speisereste und Müll aufnimmt. Dieser Tank wird durch ein Auslaßventil in Spezialwagen entleert und gleichzeitig von diesen aus durchgespült. Anschließend wird er mit einer bestimmten Menge einer desodorierend-desinfizierenden Flüssigkeit versehen. Vor Flügen in großer Höhe oder über den Pol soll ein Gefrierschutzmittel in den Tank gegeben werden, um eine Blockierung des Auslasses zu verhindern.

Die weitere Behandlung der ausgetauschten Behälter bzw. der gefüllten Tankwagen muß nach anerkannten hygienischen Grundsätzen erfolgen, durch die eine sorgfältige Entleerung und nachfolgende Reinigung gewährleistet ist. In den Richtlinien der WHO sind detaillierte Angaben enthalten, nach denen verfahren werden soll. Dadurch soll vor allem sichergestellt werden, daß die Abfall- und Abwasserbeseitigung in strikter räumlicher Trennung von der Trinkwasser- und Nahrungsversorgung durchgeführt wird.

Die endgültige Beseitigung dieser gesundheitsgefährlichen Stoffe

richtet sich nach den Gegebenheiten des einzelnen Flughafens. Es muß vor allem vermieden werden, daß durch unsachgemäße Ablagerung Anziehungspunkte für Nager und Insekten entstehen. Die beste Lösung ist die Entleerung in ein von der Gesundheitsbehörde kontrolliertes städtisches Abwassersystem. Auf vielen Flughäfen sind jedoch wegen ihrer isolierten Lage diese Voraussetzungen nicht gegeben, so daß ein flughafeneigenes System eingerichtet werden muß.

Für die Zukunft ist zu erwarten, daß als erstes durch die "International Organization for Standardization" eine Vereinheitlichung der Anschlüsse für die Spülung und Drainage der Abwassertanks in Flugzeugen vorgenommen wird. Dadurch könnte eine wesentliche Vereinfachung erreicht werden. Denn während heute noch jede Fluggesellschaft ihre eigenen Maschinen versorgt oder durch Partner versorgen läßt, könnten dann diese Dienste in einer Hand vereinigt werden. Nach Meinung der WHO ist es überlegenswert, ob nicht durch eine Kombination der Dienste für Trinkwasserversorgung, Flugzeugreinigung und Abfallbeseitigung Vorteile für alle Gesellschaften entstehen würden. Weiterhin werden Untersuchungen über die Möglichkeit angestellt, Exkremente und Abfall während des Fluges einzuäschern (61). Solche Versuche sind aus Gründen der Flugsicherheit schwierig. Es ist zwar schon eine elektrische Verbrennungsanlage entwickelt worden, jedoch ist ihr Strombedarf für heutige Flugzeuge noch zu hoch.

II. Behandlung von Luftreisenden

Die Voraussetzungen für die Anwendung von sanitären Maßnahmen bei Flugpassagieren ist der Nachweis oder zumindest der begründete Verdacht, daß bei dem betreffenden Reisenden eine infektiöse Krankheit vorliegt, durch die er zum Ausgangspunkt einer progressiven Ausbreitung werden kann. Während der Nachweis beim Vorliegen von manifesten Krankheitssymptomen einfach zu führen ist, kann der Verdacht nur ausgeschlossen oder gesichert werden, wenn bestimmte anamnestische Daten bekannt sind.

Zu diesen Daten kann der N a c h w e i s e i n e r I m m u n i t ä t gerechnet werden. Sie kann entweder durch das Überstehen der Infektion oder durch eine aktive Immunisierung, d.h. durch eine Schutzimpfung erworben sein. Durch den Nachweis einer Immunität kann das Vorliegen einer Infektion und damit die Infektiosität einer Person ausgeschlossen oder doch zumindest unwahrscheinlich gemacht werden.

Der besondere Wert der Schutzimpfung im Luftverkehr wird von allen Autoren anerkannt (3,19,57,58,67,108,109). Sie nahm daher schon in der Konvention von 1933 einen wichtigen Platz ein. Ein besonderer Wert wurde ihr in der Konvention von 1944 zugemessen. Ihre Bedeutung liegt vor allem auf seuchenhygienischem Gebiet, da sie die Ausbreitungsmöglichkeit für eine eingeschleppte Infektion beschränkt. SPRANGER (93) vertrat 1936 die Meinung, daß sich die Pocken nach einer Einschleppung nach Deutschland wegen des gründlichen Impfschutzes der Bevölkerung kaum ausbreiten könnten. Das Aufkommen des internationalen Luftverkehrs sei jedoch eine Mahnung, diesen Schutz in keiner Weise zu vernachlässigen.

Die erwähnten Einschleppungen der Pocken nach Deutschland auf dem Luftwege können als eine aktuelle Bestätigung dieser Mahnung gewertet werden. Nach allgemeiner Ansicht ist damit zu rechnen, daß bei einem Durchimpfungsgrad von 65 % der Bevölkerung einer einmaligen Einschleppung keine Epidemie folgt (1). Für den Geimpften selbst bietet die aktive Immunisierung nur einen relativen

Schutz, da die Wirksamkeit weitgehend von individuellen Faktoren abhängig ist und mit der Zeitdauer nach der letzten Impfung nachläßt. Das Auftreten von Pocken bei Geimpften, sogar mit letalem Ausgang, zeigt, daß der Schutz keineswegs absolut und nicht so groß wie nach dem Überstehen der Infektion ist.

Die Beurteilung des Wertes einer Schutzimpfung war seit ihrer Einführung Schwankungen unterworfen, die sich aus dem jeweiligen Stand der wissenschaftlichen Erkenntnis und aus unterschiedlichen Erfahrungen erklären. In den ISR sind daher genaue Richtlinien enthalten, nach denen bei der Bewertung eines Impfnachweises vorgegangen werden soll. Zur Vereinheitlichung sind für die Impfung oder Wiederimpfung gegen Cholera, Pocken und Gelbfieber international gültige Zeugnisse geschaffen worden, die eine bestimmte Geltungsdauer haben. Die Durchführung der Gelbfieberimpfung ist bisher auf bestimmte Institute beschränkt, während die Cholera- und Pockenimpfung durch jeden Arzt vorgenommen werden kann.

Dem Nachweis einer Immunisierung gegen G e l b f i e b e r , C h o l e r a u n d P o c k e n wird der größte Wert beigelegt. Dadurch ist in jedem Fall garantiert, daß der Reisende nicht isoliert werden kann, auch wenn der Verdacht einer Infektion besteht. Der Nachweis einer Choleraimpfung kann nicht verlangt werden. Dagegen ist die Gelbfieberimpfung obligatorisch für alle Personen, die von einem endemischen in ein für Gelbfieber empfängliches Gebiet reisen, für das Personal eines Flughafens in einem empfänglichen Gebiet sowie für die Besatzung eines Flugzeugs, das einen solchen Flughafen anfliegt. Der Nachweis einer Immunität gegen Pocken durch Impfung oder Überstehen der Krankheit kann von jedem verlangt werden, der eine internationale Reise unternimmt. Ein gültiges Impfzeugnis gegen diese Krankheiten soll in jedem Fall als Beweis einer ausreichenden Immunität angesehen werden. Vom Nachweis einer Impfung gegen Pest, Fleckfieber und Rückfallfieber soll dagegen niemals die Einreiseerlaubnis in ein Land abhängig gemacht werden.

Wenn nicht der Nachweis einer Immunität das Vorliegen einer Infektion ausschließt, muß die Infektionsmöglichkeit des Reisenden nach a n a m n e s t i s c h e n D a t e n beurteilt werden. Aus ihnen muß hervorgehen, ob der Reisende in den letzten Tagen Gelegenheit gehabt hat, sich zu infizieren. Dazu müssen die Reiseroute, der Aufenthalt in den vorhergehenden Tagen und die Seuchenlage am Herkunftsort bekannt sein.

Während in früheren Jahren der Reisende selbst oder der Pilot des Flugzeugs die erforderliche Auskunft geben mußte, ist man heute bemüht, bei der Beurteilung der Infektiosität eines Reisenden von seinen eigenen Angaben möglichst unabhängig zu sein. Das ist durch das bereits beschriebene System der "local area" ermöglicht worden. Die Angaben über Reiseroute und -dauer sowie die Kenntnis der Seuchenlage an den besuchten Orten, die durch die WHO vermittelt wird, werden als ausreichend betrachtet, um die Möglichkeit einer Krankheitseinschleppung zu beurteilen. Durch dieses System wird gleichzeitig erreicht, daß Zeit für die Vorbereitung von erforderlichen Maßnahmen gewonnen wird, da die notwendigen Daten im allgemeinen bereits vor der Landung des Flugzeugs bekannt sind.

Für den Fall, daß nach den erhaltenen Informationen mit der Einschleppung einer quarantänepflichtigen Krankheit gerechnet werden muß, sehen die ISR die Anwendung bestimmter Maßnahmen vor. Die Art des Vorgehens ist genau definiert und richtet sich nach der jeweils gegebenen Indikation. Im einzelnen sind die Maßnahmen um so eingreifender, je größer die Wahrscheinlichkeit der Einschleppung einer Krankheit ist. Auch die Konventionen von 1933 und 1944 kannten eine solche Abstufung bei der Behandlung von verdächtigen oder infizierten Luftreisenden.

Die Maßnahme, die die Bewegungsfreiheit der Reisenden am wenigsten einengt, ist die ä r z t l i c h e U n t e r s u c h u n g ("medical examination"). Sie kann die körperliche Untersuchung einschließen, jedoch sollte die Anwendung dieser Möglichkeit immer von den besonderen Umständen des Einzelfalles abhängig gemacht

werden (25). Die ärztliche Untersuchung kann beim Abflug und bei der Ankunft vorgenommen werden. Sie ist die einzige Maßnahme, die auch bei Personen angewandt werden darf, die sich in einem für den Transitverkehr bestimmten Bezirk ("direct transit area") aufgehalten haben und die innerhalb eines Staatsgebietes wiederholt werden kann.

Die zweite Maßnahme ist die Überwachung ("surveillance"). Sie bedarf schon einer strengeren Indikation und kann grundsätzlich nur dann angewandt werden, wenn jemand aus einem infizierten Gebiet kommt. Sie endet mit dem Ablauf der Inkubationszeit für die in Frage stehende Krankheit, gerechnet vom letztmöglichen Infektionstermin an. Überwachung bedeutet, daß der Verdächtige zwar völlige Bewegungsfreiheit behält, sich aber nach Aufforderung regelmäßig bei der zuständigen Gesundheitsbehörde vorstellen und die zur Überprüfung seines Gesundheitszustandes notwendigen Untersuchungen durchführen lassen muß. Bei einer vorzeitigen Abreise soll die Gesundheitsbehörde des Zielortes informiert und eine entsprechende Eintragung in der "General Declaration" des benutzten Flugzeugs gemacht werden. Dadurch soll die Kontrolle des Verdächtigen bis zum Ablauf der Inkubationszeit gewährleistet werden.

SPRANGER (99), der die Konvention von 1933 eingehend kommentierte, wies darauf hin, daß der auch in diesem Abkommen verwandte Begriff der "surveillance" der "Absonderung" des Reichsseuchengesetzes entspräche. Denn diese Maßnahme war im Reichsseuchengesetz für Ansteckungsverdächtige vorgesehen, die nach der Konvention von 1933 wie nach den ISR nur unter Überwachung gestellt werden konnten. Diese Diskrepanz besteht heute nicht mehr, nachdem die ISR der WHO am 1.8.1960 auch für die Bundesrepublik und Westberlin in Kraft getreten sind. Die entsprechende "Verordnung zur Ausführung der Internationalen Gesundheitsvorschriften im Luftverkehr" ist am 30.7.1960 veröffentlicht worden. Gleichzeitig wurde die Verordnung gegen die Verbreitung übertragbarer Krankheiten durch die Luftfahrt vom 2.6.1937 außer Kraft gesetzt.

Die dritte Maßnahme schließlich ist die I s o l i e r u n g ("isolation") und entspricht der Quarantäne. Sinngemäß darf sie nur angewandt werden, wenn sich in einem ankommenden Flugzeug ein nachweislich infizierter Reisender befindet. Die Isolierung ist die einzige Maßnahme, die auch zwangsweise durchgeführt werden darf, wenn sie von dem für den Transport Verantwortlichen verlangt wird.

Da für die Beurteilung der Infektionsmöglichkeit wie auch für die Dauer der Überwachung von Verdächtigen die I n k u b a t i o n s z e i t der in Frage stehenden Krankheit zugrunde gelegt wird, ist deren Dauer für die Zwecke und die Anwendung der ISR genau definiert worden. Sie beträgt 6 Tage für die Pest, 5 Tage für Cholera, 6 Tage für Gelbfieber, 14 Tage für Pocken, 14 Tage für Fleckfieber und 8 Tage für Rückfallfieber.

III. Insektenkontrolle

Die Verhütung einer Insektenverschleppung durch den Luftverkehr erfordert nach WHITFIELD (105) die Zusammenarbeit von Entomologen, Chemikern, Ingenieuren, Flugzeugkonstrukteuren und Luftverkehrsgesellschaften. Sie muß mit einer sorgfältigen entomologischen Überwachung und Insektenbekämpfung auf Flughäfen und in ihrer Umgebung beginnen. Dadurch wird einmal die Wahrscheinlichkeit des Eindringens von Insekten in abgestellte Flugzeuge vermindert, zum anderen kann die beginnende Ausbreitung von eingeschleppten Insekten entdeckt und bekämpft werden.

Über die Erfolge solcher Präventivmaßnahmen berichtet HUGHES (35). Durch eine konsequente Überwachung der Flughäfen im Süden der USA konnten acht Insektenarten entdeckt werden, die an diesen Orten nicht heimisch waren. Wenn HUGHES auch nicht glaubte, daß das Auffinden dieser Arten mit Sicherheit auf den Luftverkehr zurückgeführt werden konnte, so schloß er doch daraus auf den Wert und die Wirksamkeit der entomologischen Überwachung.

Bemühungen dieser Art, die von COOLEY (10) auch im Rahmen einer Pflanzenquarantäne gefordert wurden, bezeichnete LAIRD (46) in einer neueren Arbeit als "insect quarantine". Wie LEE (51) versteht er darunter Vorkehrungen, um die Einführung von schädlichen Insekten in Gebiete zu verhindern, die bisher frei von ihnen waren. LAIRD berichtete über zwei Fälle, in denen auf den Fidschi-Inseln Larvenherde einer australischen Insektenart (Aedomyia catasticta) beseitigt wurden, bevor es zu einer Ausbreitung in der Umgebung des Flughafens gekommen war.

Die entsprechende Bestimmung der ISR verlangt, daß der Umkreis eines Flughafens grundsätzlich frei von Aedes aegypti im Larven- und Imaginalstadium gehalten werden soll. Darunter ist ein Gebiet zu verstehen, das sämtliche Flughafengebäude und das Land oder Wasser einschließt, auf dem Flugzeuge abgestellt werden. Es sollen monatliche Untersuchungen durchgeführt und die

Bekämpfungsmaßnahmen 400 m über dieses Gebiet hinaus ausgedehnt werden (70). In einem späteren Bericht wurde von der WHO (115) darauf hingewiesen, daß Maßnahmen dieser Art nur für die Kontrolle von Aedes aegypti ausreichen. Zur Bekämpfung von Anophelen muß ein noch größeres Gebiet kontrolliert werden.

Eine wirksame Insektenbekämpfung kann eher durch die Vernichtung von Brutplätzen und Larven als durch Maßnahmen erreicht werden, die sich gegen die adulten Formen richten (19, 28). Daher steht im Vordergrund die Anwendung von Larviciden und die Beseitigung von Brutplätzen, indem z.B. Abzugsgräben angelegt und Wasseransammlungen aufgefüllt werden. Da Fliegen in feuchtem, warmem, organischem Material brüten, müssen Müllansammlungen beseitigt werden.

Als nächster Schritt in einem wirksamen Kontrollprogramm wurde in der Vergangenheit immer wieder die S i c h e r u n g d e r F l u g z e u g e g e g e n d a s E i n d r i n g e n v o n I n s e k t e n gefordert (27, 33, 58, 63, 96, 97, 98). Dadurch sollte gleichzeitig das Entweichen von transportierten Exemplaren unmittelbar nach der Landung erschwert werden. Die Vorschläge haben im einzelnen heute nur noch historisches Interesse, da sie von den damals benutzten Flugzeugtypen ausgingen. Auch der Vorschlag, die Flugzeuge zum Anbordnehmen der Passagiere an einen mückensicheren Ort zu verbringen (90), dürfte schon wegen der Größe der heutigen Maschinen nicht mehr durchführbar sein. Ebenso hat sich durch die technische Weiterentwicklung die Frage erledigt, ob Insekten in Flugzeuge eindringen können, die sich in der Luft befinden.

Den wichtigsten Platz unter den Maßnahmen, die den Transport von Insekten auf dem Luftwege verhindern sollen, nimmt das Verfahren der D e s i n s e k t i o n ein, d.h. der Anwendung von Insektiziden im Flugzeug. Nach LAIRD (44, 46) ist diese Methode so lange erforderlich, wie nicht auf allen internationalen Flughäfen ausreichende Kontrollmaßnahmen im Sinne der "insect quarantine" durchgeführt werden. Sie sollte aber auch dann noch

als Routinemaßnahme beibehalten werden, um die Insekten zu vernichten, die aus unkontrollierten Gebieten aktiv oder passiv in das Flughafengebiet eindringen und verschleppt werden können.

In den Konventionen von 1933 und 1944 war die Desinsektion als Teil der Maßnahmen gegen die Verbreitung von Gelbfieber, Malaria und andere durch Insekten übertragene Krankheiten vorgesehen. Es ist bemerkenswert, daß auch heute noch eine Reihe von nationalen Sonderregelungen dieser Frage besteht (109). Die ISR verlangen in einem entsprechenden Artikel, daß die Gesundheitsbehörde eines Flughafens beim Abflug einer Maschine alle Maßnahmen ergreifen soll, um das Eindringen von möglichen Erregern oder Überträgern einer quarantänepflichtigen Krankheit zu verhindern. Sonderbestimmungen für die sechs Krankheiten legen fest, ob und wann eine Desinsektion vor dem Start oder nach der Landung durchgeführt werden soll. Die Behandlung soll so vorgenommen werden, daß den Passagieren keine ungebührlichen Unannehmlichkeiten oder gesundheitlichen Gefahren zugemutet werden, daß kein Schaden an Flugzeug, Gütern, Gepäck oder anderen Gegenständen entsteht, und daß jede Feuergefahr vermieden wird.

Die Ansichten über den günstigsten Z e i t p u n k t f ü r d i e D e s i n s e k t i o n haben sich im Laufe der Jahre verschiedentlich gewandelt. In der Anfangszeit des internationalen Luftverkehrs wurden Handzerstäuber in der Art von Flitspritzen eingesetzt, deren Handhabung einem Besatzungsmitglied, zumeist dem Steward, übertragen wurde. Daraus entwickelte sich die Gewohnheit, die Desinsektion während des Fluges vorzunehmen. Die Nachteile dieser Methode stellten sich bald heraus. HICKS und CHAND (55) lehnten sie wegen der Unberechenbarkeit des menschlichen Faktors ab, und auch WILLIAMS (111) wies darauf hin, daß der Behandlungserfolg durch die Rücksichtnahme des Stewards auf die Passagiere und durch die erschwerte Zugänglichkeit verschiedener Schlupfwinkel während des Fluges in Frage gestellt würde. Die Desinsektion während des Fluges wird auch den heute gültigen Vorschriften der ISR nicht gerecht, da die Unannehmlich-

keiten für die Passagiere das zumutbare Maß übersteigen würden, wenn man auf diese Weise eine ausreichende Wirkung erzielen wollte (72). Erst kürzlich wurde von der WHO (115) außerdem darauf hingewiesen, daß die wiederholte Anwendung von Insektiziden während des Fluges eine potentielle Gefahr für die Besatzung darstellt.

Als nächstes wurde versucht, ankommende Flugzeuge unmittelbar nach der Landung zu behandeln. Nach einer Untersuchung der WHO (76) verlangten von 96 befragten Staaten 58 eine Desinsektion nach der Landung, 36 von ihnen noch vor dem Aussteigen der Passagiere. Daraus wird deutlich, daß dieses Verfahren von den anordnenden Staaten vor allem zum eigenen Schutz verlangt wurde. Nach einer Mitteilung des US Public Health Service (75) wurden Insektizide verschiedentlich auch in Flugzeugen appliziert, die über Nacht abgestellt waren und erst am nächsten Morgen vor dem Einsteigen der Passagiere wieder geöffnet wurden.

Die weiteste Verbreitung und Anerkennung hat heute die Desinsektion vor dem Start gefunden. Die Verantwortung wird dadurch von den gefährdeten Staaten auf die übertragen, von denen eine Insektenverschleppung droht. Dieses Verfahren wurde bereits von der Quarantine Conference empfohlen, die 1943 in Port of Spain in Trinidad tagte, und entspricht auch am ehesten den Vorschriften der ISR. Nach Meinung der WHO (114) soll die Desinsektion vor dem Start durchgeführt werden, wenn Gepäck und Fracht, aber noch nicht die Passagiere an Bord sind. Die Art des Vorgehens ist durch genaue Anweisungen festgelegt. Der zuständigen Gesundheitsbehörde wird die Entscheidung über die Notwendigkeit einer Wiederholung überlassen, wenn Besatzung und Passagiere das Flugzeug noch einmal verlassen mußten. Sie kann auch eine zusätzliche Desinsektion nach der Landung verlangen, wenn die Anwesenheit von lebenden Insekten an Bord vermutet wird.

In neuerer Zeit ist das schon seit langem bestehende Projekt einer a u t o m a t i s c h e n D e s i n s e k t i o n wieder

aufgegriffen worden. Durch die Benutzung eines fest eingebauten, vollautomatischen Systems, das mit der Klimaanlage verbunden sein könnte, sowie durch die Verwendung von Insektiziden mit Dauerwirkung (sog. Residual-Insektizide) könnten alle bisherigen Methoden ersetzt werden. Für eine mit der Ventilation gekoppelte Desinsektion, die vom Piloten bedient und kontrolliert werden könnte, ist jedoch ein gasförmiges Insektizid erforderlich. Daher ließ sich dieses Vorhaben so lange nicht realisieren, wie als wirksames Gas nur Blausäure zur Verfügung stand, dessen Verwendung sich wegen seiner Toxizität für Menschen verbot. Es wurden daher Versuche unternommen, die Zerstäubung eines flüssigen Insektizids zu automatisieren (54, 82). Trotz erfolgversprechender Ergebnisse ist über eine Weiterentwicklung dieses Systems nichts bekannt geworden. Neuere Untersuchungen beschäftigen sich wieder mit der Möglichkeit, die Desinsektion mit Hilfe des Ventilationssystems vorzunehmen. Die Koordination dieser Entwicklung liegt bei der WHO, die darüber verschiedentlich berichtete. Es scheint, daß das Projekt durch die Entdeckung eines neuen, gasförmigen Insektizids der Verwirklichung näher gekommen ist, wie auch die Entwicklung in der vorhergehenden Zeit ihre Impulse immer durch neue Erkenntnisse auf dem Gebiet der Insektizide erhalten hat.

In der Anfangszeit des internationalen Luftverkehrs stand nur die aus dem Schiffsverkehr bekannte und zur Rattenvertilgung benutzte B l a u s ä u r e zur Verfügung. Daher wurde auch ihre Verwendung im Luftverkehr vorgeschlagen (58). Wegen ihrer Toxizität setzte sich jedoch schon bald die Meinung durch, daß sie nur zur routinemäßigen Ausräucherung von Flugzeugen in der Abwesenheit von Menschen zu gebrauchen sei (28, 62, 98). Später wurde ihre Verwendung im Luftverkehr grundsätzlich abgelehnt (30, 33, 110). Aus einer Mitteilung von DUGUET (15) geht jedoch hervor, daß ihre Anwendung nicht völlig aufgegeben wurde. Denn noch 1945 wurden in Frankreich 1033 Flugzeuge, in denen Gefangene und Flüchtlinge transportiert worden waren, mit Blausäure behandelt, um die Ausbreitung von Fleckfieber zu verhüten.

In der Mitte der dreißiger Jahre wurde P y r e t h r u m als neues Mittel für die Desinsektion von Flugzeugen herangezogen. Pyrethrum ist ein neuromuskuläres Kontaktgift mit elektiver Wirkung auf das Zentralnervensystem. Der Tod tritt nach einer konvulsiven Phase durch Muskellähmung und motorische Inkoordination ein. Die Wirkung hat zwar oft eine gewisse Latenz, ist jedoch irreversibel. Eine Toxizität für Menschen besteht nicht.

Da man auf Handzerstäuber angewiesen war, wurde Pyrethrum anfangs ausschließlich in öliger Lösung verwendet. Der Nachteil und Gefahrenpunkt solcher Zubereitungen liegt in ihrer Feuergefährlichkeit. Der Zusatz von Tetrachlorkohlenstoff beseitigte zwar diese Gefahr, rief jedoch seinerseits Schwindel, Kopfschmerzen sowie eine Reizung von Augen, Nase und Rachen hervor. Man versuchte daher, die Feuergefährlichkeit durch die Verwendung von konzentriertem Pyrethrumextrakt und den Zusatz von schwerem Öl zu umgehen.

Die Schwierigkeiten wurden erst durch die Einführung neuer Lösungsmittel überwunden, die einen so niedrigen Siedepunkt haben, daß zum Zerstäuben des in ihnen gelösten Insektizids nur das Öffnen einer Düse ohne weitere Druckanwendung erforderlich ist. Die Verwendung solcher Lösungsmittel, z.B. "freon", wurde auch offiziell empfohlen (65) und von den meisten Fluggesellschaften übernommen. Sie galt in der Folgezeit als das Mittel der Wahl, wenn ein schnell wirkenden Insektizid mit der Hand zerstäubt werden sollte.

Die bisher wirkungsvollste Anwendungsform des Pyrethrums wurde in der Form eines Aerosols gefunden. Die Partikel eines Aerosols, wie es von der WHO (114) definiert wurde, unterliegen kaum noch der Schwerkraft. Sie werden von Insekten durch das Atemsystem aufgenommen, während ein Partikel des üblichen Zerstäubernebels das Insekt direkt treffen muß. Ein wesentlicher Vorteil der Aerosole ist, daß sie nicht feuergefährlich sind.

Die Verwendung von D D T (Dichlor-diphenyl-trichloraethan) im Luftverkehr leitete die weitere Entwicklung ein. Die insektizide

Wirkung dieser Substanz, die bereits 1874 von Zeidler synthetisiert worden war, wurde erst 1936/37 von Paul Müller in der Schweiz entdeckt. DDT ist ein Kontaktgift wie Pyrethrum, es zeichnet sich jedoch gegenüber diesem durch eine ausgesprochene Dauerwirkung aus, während Pyrethrum eine bessere Sofortwirkung hat.

DDT wurde zunächst als zusätzliches Mittel bei der Anwendung der üblichen Pyrethrum-Aerosole erprobt. Dabei erwies sich seine Eignung für die Behandlung von schwer zugänglichen Teilen und seine Brauchbarkeit als Ergänzung des Pyrethrums, das es jedoch vor allem bei Flügen von kurzer Dauer nicht ersetzen konnte. In umfangreichen Untersuchungen wurden die günstigsten Zusammensetzungen erprobt, wobei sich die besten Wirkungen bei einer Kombination der Aerosol- mit der Residualbehandlung zeigten. In detaillierten Angaben der WHO (114) sind die wirkungsvollsten Zusammensetzungen und Anwendungsformen aufgeführt.

Neuere Entwicklungen in den USA, England und Indien sollen Unterdosierungen, die aus Rücksicht auf die Passagiere vorgenommen werden, durch die Verwendung von Aerosolbehältern verhindern, die ihren Inhalt nach dem Öffnen restlos freigeben. Weiterhin wurden Methoden entwickelt, um die Im Flugzeugbau verwendeten Materialien mit einem Residual-Insektizid zu imprägnieren. Um die Wirkung von Insektiziden vergleichen und standardisieren zu können, sind biologische Testverfahren eingeführt worden.

Günstige Aussichten haben sich bei der Erprobung von Lindan für die Desinsektion von Flugzeugen ergeben. Lindan ist ein gasförmiges Insektizid aus der HCH-Gruppe, das mindestens 99 % des reinen Gammaisomers von B e n z o h e x a c h l o r i d (BHC) enthält. Neben der Kontaktwirkung zeigt es eine ausgesprochene Atemgiftwirkung. Es scheint das bisher wirksamste und am einfachsten anzuwendende Insektizid zu sein (7). Seine Wirkung wurde wiederholt geprüft (20, 21, 34), wobei sich u.a. herausstellte, daß Lindan den schnellsten Wirkungseintritt von allen untersuchten Mitteln hatte.

Der gasförmige Zustand von Lindan hat erneute Versuche angeregt, die automatische Desinsektion von Flugzeugen zu realisieren. Filter, auf die in Aceton gelöstes Lindan gesprüht war, wurden mit Luft durchströmt. Die dadurch erreichten minimalen Luftkonzentrationen zeigten eine erstaunlich hohe insektizide Wirkung (22, 94). In späteren Versuchen, bei denen solche Filter in das Ventilationssystem von Flugzeugen eingebaut wurden, konnten diese Ergebnisse reproduziert werden (95). Während des Fluges durchgeführte Experimente zeigten eine bemerkenswert protahierte Wirkung nach Entfernung der Filter. Die Erklärung fand sich in Ablagerungen an horizontalen und vertikalen Flächen (79).

Mit dieser Depotwirkung von Lindan befaßten sich Untersuchungen, bei denen das Mittel in Methylcyclohexan gelöst und auf die Innenflächen von Testflugzeugen gesprüht wurde, die im regelmäßigen Liniendienst eingesetzt waren. Dadurch konnten Frachträume für 5 Wochen und Passagierkabinen, in denen zur Vermeidung von Flecken eine niedrigere Konzentration angewendet wurde, für 1 bis 3 Wochen mückensicher gemacht werden (73).

Neben der Entwicklung der automatischen Desinsektion für Flugzeuge sind die augenblicklichen Untersuchungen vor allem auf die Zusammenstellung von Residualinsektiziden gerichtet, die ohne Schaden im ganzen Flugzeug angewendet werden können. Eine Zusammenfassung der gesicherten Kenntnisse über Insektizide und ihre Anwendung findet sich im "Manual on Insecticides" der WHO (9), das der stetigen Weiterentwicklung auf diesem Gebiet dadurch Rechnung trägt, daß es in einer Loseblatt-Ausgabe erschienen ist.

IV. Nagerkontrolle

Indikation und Methode der Bekämpfung von Nagetieren, besonders von Ratten, entsprechen im Luftverkehr weitgehend denen im Schiffsverkehr. Bereits in der Konvention von 1933 war unter bestimmten Umständen die Entrattung von Flugzeugen vorgesehen. Die ISR der WHO verlangen darüber hinaus, daß in einem Gebiet, in dem mit dem Vorkommen der Pest gerechnet werden muß, regelmäßige Untersuchungen der Ratten und ihrer Ektoparasiten vorgenommen werden. Gleichzeitig sollen Vorkehrungen getroffen werden, um das Eindringen von Ratten in Flugzeuge zu verhindern. Wenn der Verdacht besteht, daß Ratten in ein Flugzeug eingedrungen sind, oder wenn eine an Pest verendete Ratte an Bord gefunden wird, soll das Flugzeug notfalls in Quarantäne entrattet werden. Dabei soll nach der im Schiffsverkehr üblichen Art verfahren werden. WHITTINGHAM (109) gab in diesem Zusammenhang zu bedenken, daß die Verwendung von Blausäure eine Verzögerung des Weiterflugs um mindestens 8 Stunden bedeuten würde.

Genauere Angaben wurden von der WHO in den erwähnten Richtlinien für die sanitäre Kontrolle des Luftverkehrs (118) gemacht. Danach sind folgende Maßnahmen erforderlich:

1. Beseitigung von Schlupfwinkeln im Flughafengelände
2. Sachgemäße Unterbringung von Nahrungsmitteln
3. Rattensicherung von Gebäuden
4. Anwendung von Gasen und anderen Giften

Bei der Auswahl der Methoden soll auf die Eigenheiten der einzelnen Rattenarten Rücksicht genommen werden.

Das Auftauchen einer lebenden Ratte am Tag soll als Anzeichen für die Anwesenheit von 15 bis 20 weiteren Ratten in der unmittelbaren Umgebung gewertet werden. Mit dem Vorhandensein der Pest soll gerechnet werden, wenn eine größere Anzahl toter Ratten ohne vorhergehende Giftanwendung aufgefunden wird. In diesem Fall soll sofort mit der Anwendung von Insektiziden begonnen werden, um die übertragenden Flöhe unschädlich zu machen, die ihre Wirtstiere beim Erkalten verlassen.

E. SCHLUßFOLGERUNGEN

Bei einem Vergleich zwischen den theoretischen Möglichkeiten einer Krankheitsverschleppung durch den Luftverkehr und den tatsächlichen Vorkommnissen fällt auf, daß erstaunlich wenig von dem eingetreten ist, was vor allem in der ersten Zeit befürchtet wurde. Die allgemeine Ansicht, der Luftverkehr würde die Gefahr der übertragbaren Krankheiten wesentlich vergrössern, ist nach MAGATH (55, 56) bisher durch wenige Anhaltspunkte gestützt worden.

Vor allem haben die umfangreichen Überlegungen und Untersuchungen, die über die Möglichkeiten einer Arthropodenverschleppung angestellt worden sind, bisher keine Entsprechung durch tatsächliche Ereignisse gefunden. In keinem Fall konnte bisher ein Krankheitsausbruch oder die dauernde Verpflanzung einer Übertragerspezies auf die Verschleppung von Arthropoden durch den Luftverkehr zurückverfolgt werden. MORHOUSE (66) meinte, daß zu Unrecht immer der Luftverkehr für die Verschleppung von Arthropoden verantwortlich gemacht worden sei, und daß man dementsprechend zu wenig Aufmerksamkeit den übrigen Verkehrsarten zugewandt habe. Auch WHITTINGHAM (109) vertrat die Ansicht, daß keine ernsthafte Epidemie auf den Transport von Insekten durch Flugzeuge zurückgeführt werden könne.

Anders verhält es sich mit der Gefahr einer Krankheitsausbreitung durch den Transport von infizierten Personen. Auch diese Möglichkeit wurde bereits in den Anfangsjahren des internationalen Luftverkehrs diskutiert, ohne daß ein reales Ereignis sie bestätigte. In den letzten Jahren ist es jedoch verschiedentlich vorgekommen, daß infizierte Personen unbemerkt auf dem Luftwege transportiert wurden und erst nach Beendigung der Reise das volle Krankheitsbild entwickelten. Bei allen nachgewiesenen Fällen handelte es sich um die Pocken, deren Einschleppung fast immer eine begrenzte Krankheitsausbreitung folgte.

Von diesen wenigen Fällen abgesehen, hat der Luftverkehr bisher

keine nachteiligen Auswirkungen auf die Seuchenlage gehabt. Damit stellt sich die Frage, ob dieser - im Vergleich zu den anfänglichen Befürchtungen - günstige Verlauf eine Folge der durchgeführten Praeventivmaßnahmen ist, wie es verschiedentlich vermutet wurde. Bei kritischer Überlegung erscheint es nicht möglich, diese Frage mit Sicherheit zu beantworten, da Vergleichsmöglichkeiten fehlen und allein aus dem zeitlichen Nebeneinander kein kausaler Zusammenhang abgeleitet werden kann. Man wird die Gründe für den relativ günstigen Verlauf eher in einem Zusammenwirken der allgemeinen Verbesserung der sanitären und hygienischen Verhältnisse mit den speziell für den Luftverkehr durchgeführten Maßnahmen sehen können.

Die Wirksamkeit der ISR wurde in der ersten Zeit dadurch beeinträchtigt, daß sie nicht ohne Schwierigkeiten in die Wirklichkeit umgesetzt werden konnten. Es gab Verzögerungen bei der Abgrenzung der "local areas" in den einzelnen Staatsgebieten und bei der Meldung über das Auftreten oder Erlöschen einer quarantänepflichtigen Krankheit. Inzwischen hat sich dieser Mechanismus gut eingespielt. Es bestehen jedoch noch gewisse Einschränkungen hinsichtlich der Gültigkeit und Anwendbarkeit der in den ISR vorgesehenen Maßnahmen. Einige Staaten haben von dem Recht Gebrauch gemacht, Vorbehalte gegenüber den Vorschriften zu äußern und Sonderregelungen vor allem bezüglich des Gelbfiebers beibehalten.

Die günstigen Auswirkungen der ISR auf die Seuchenlage können also nur vermutet werden. Auf einem anderen Sektor jedoch haben die ISR ihre Wirksamkeit bewiesen. Sie dienen heute dem gleichen Zweck, zu dem im Mittelalter erstmals Quarantänebestimmungen erlassen wurden, denn durch die Festsetzung einer bestimmten Frist für die Überwachung ansteckungsverdächtiger Personen und Schiffe sollte die willkürliche und unnötige Behinderung der Schiffahrt eingeschränkt werden. Die ISR haben verschiedentlich ihre Eignung bewiesen, die gleiche Aufgabe im Luftverkehr zu erfüllen. Nach einer Mitteilung der International Civil Aviation Organization (ICAO) an die WHO liegt der besondere Wert der ISR

für die Fluggesellschaften darin, daß sie einen Schutz gegen ungerechtfertigte und unnötige sanitäre Forderungen einzelner Staaten bieten. Das zeigte sich vor allem während der Grippepandemie des Jahres 1957, die einige Staaten zur Anordnung weitgehender Maßnahmen diagnostischer und prophylaktischer Art veranlaßte. Nach einer Berufung auf die ISR und einer offiziellen Mitteilung der WHO, daß keine Maßnahmen gegen die Grippe angezeigt seien, wurden die übertriebenen Forderungen zurückgezogen.

Es bleibt die Frage, mit welchen Gefahren seuchenhygienischer Art heute noch gerechnet werden muß. Aus den bisherigen Erfahrungen läßt sich der Schluß ziehen, daß der Transport von infizierten Luftreisenden, die selbst keine Krankheitszeichen bieten, am ehesten zu einem Ausbruch von seuchenhaften Krankheiten führen kann. Dabei bestimmt die Art der Krankheit wesentlich die Wahrscheinlichkeit ihrer Ausbreitung. So hat der Transport von Personen, die an einer Infektion mit kosmopolitischer Verbreitung wie Tuberkulose, Poliomyelitis oder Syphilis erkrankt sind, keine seuchenhygienische Bedeutung, wenn auch die Zureise eines derart Erkrankten in jedem Fall unerwünscht ist. Ebenfalls unbedeutend ist die Verschleppung von Krankheiten, die durch ihren Übertragungsmodus an bestimmte geographische Räume gebunden sind, wie Schlafkrankheit, Trachom, Chagaskrankheit oder tropische Wurmseuchen. Die Einreise solcher Einzelfälle kann zwar diagnostische Schwierigkeiten bereiten, sie hat jedoch keine Bedeutung für die Seuchenlage, da die Möglichkeiten für eine progressive Ausbreitung fehlen.

Gefährlich bleibt die Verschleppung von Infektionskrankheiten, deren Vorkommen zwar auf bestimmte Gebiete beschränkt ist, die sich aber auch in anderer Umgebung ausbreiten können. Das trifft in erster Linie für Krankheiten zu, deren Verbreitung durch sanitäre und hygienische Maßnahmen eingeschränkt wird, vor allem für die Pocken. Die Gefahr besteht aber ebenso bei Krankheiten, für die in bestimmten Gebieten ein "Nosophorismus ohne Krankheit" besteht, also bei der Malaria in Gebieten, die durch die

Ausrottungskampagnen der WHO plamodienfrei geworden sind, und bei bestimmten Encephalitisformen (E. japonica und St. Louis E.), deren Überträger fast in der ganzen Welt verbreitet sind.

Demgegenüber erscheint die Wahrscheinlichkeit, daß es durch die Verschleppung von tierischen Überträgern - ob infiziert oder nicht - zur Ausbreitung von seuchenhaften Krankheiten kommt,als sehr gering. Auch die imponierenden Zahlen, die bei der entomologischen Inspektion von Flugzeugen gesammelt worden sind, sprechen nicht dagegen. Die meisten Insekten wurden tot aufgefunden, auch wenn keine sachgemäße Desinsektion durchgeführt war. Die Verbreitung von potentiellen Überträgern ist nur dann von Bedeutung, wenn die eingeschleppte Art in der neuen Umgebung überleben und sich vermehren kann und wenn ein Erregerreservoir vorhanden ist. Diese Möglichkeit wird durch hemmende Faktoren so sehr eingeschränkt, daß sie nicht als eine reale Gefahr betrachtet werden kann. Noch geringer ist die Wahrscheinlichkeit, daß der Transport eines infizierten Exemplars einen Krankheitsausbruch nach sich zieht. Für die Fortführung der Infektkette müssen so viele Zufallsfaktoren zusammentreffen, daß daraus allein schon eine minimale Wahrscheinlichkeit resultiert.

Für die Zukunft ist eine wesentliche Änderung dieser Verhältnisse nicht zu erwarten. Die Eigenarten des Luftverkehrs bleiben erhalten, auch wenn sich der Umfang und die Geschwindigkeit weiter vergrößern und einzelne Besonderheiten mehr in den Vordergrund treten mögen. Dadurch werden kaum grundsätzlich neue Probleme entstehen, sondern nur die bekannten in veränderter Größenordnung. Ein Kennzeichen der neueren Entwicklung ist die Zunahme des Luftfrachtverkehrs, der durch den Einsatz spezieller Frachtflugzeuge mit erheblich vergrößerter Kapazität und Geschwindigkeit begünstigt wird. In diesem Bereich entstehen Verhältnisse, die denen des Schiffsverkehrs nahe kommen, da die im Luftverkehr gewohnte Übersichtlichkeit zum Teil verloren geht. Unter diesen Voraussetzungen kann schon eher mit dem Transport von Nagern und Arthropoden gerechnet werden. Allerdings dürften dafür in erster Linie

Vorrats- und Pflanzenschädlinge und nicht Überträger mit humanmedizinischer Bedeutung in Betracht kommen.

Auf eine sanitäre Kontrolle des Luftverkehrs wird man erst dann verzichten können, wenn die seuchenhaften Krankheiten durch erfolgreiche Bekämpfungsmaßnahmen und durch die allgemeine Hebung des Lebensstandards ihre Bedeutung im wesentlichen verloren haben. Für Praeventivmaßnahmen im Luftverkehr gilt wie für jede Prophylaxe, daß die Durchführung nicht von Vorfällen abhängig gemacht werden darf, die ihre Notwendigkeit beweisen. Der Wert solcher Maßnahmen ist nur schwer abzuschätzen, da sie selten greifbare und meßbare Erfolge haben. Sie sind im allgemeinen um so erfolgreicher, je weniger sich diese Wirksamkeit beweisen läßt. Ihr Zweck ist, wie MILLER et al. (63) es ausdrückten, nicht nur gegen das Wahrscheinliche, sondern auch gegen das Mögliche zu schützen. Daher wird man Praeventivmaßnahmen im Luftverkehr vorerst beibehalten müssen, denn wenn auch die Wahrscheinlichkeit einer Krankheitsausbreitung heute sehr gering ist, so sind doch die Möglichkeiten durchaus vorhanden.

F. ZUSAMMENFASSUNG

Ausgehend von der Begriffsbestimmung einer Seuche werden einleitend die Bedingungen und Mechanismen ihrer Ausbreitung dargestellt. In diesem Zusammenhang erscheint der Luftverkehr als ein relativ junger und neuartiger Weg, auf dem sich seuchenhafte Krankheiten über weite Entfernungen verbreiten können.

Die Eigenarten des Luftverkehrs, die ihn vom Oberflächenverkehr unterscheiden und seine Eignung für eine Seuchenverschleppung bestimmen, werden angeführt. Danach werden die Krankheiten, deren Verschleppung durch den Luftverkehr seuchenhygienisch bedenklich ist, und die Gebiete, die durch die Einschleppung einer solchen Seuche gefährdet sind, abgegrenzt.

Im einzelnen wird als erstes die Möglichkeit einer Krankheitsverschleppung durch infektiöses Material diskutiert (Wasser, Nahrungsmittel, Abfallstoffe). Sodann wird dargelegt, daß infizierte Menschen ohne klinische Symptome eine Infektionskrankheit unbemerkt verschleppen können. Als reale Gefahr erscheinen hier vor allem die Pocken und - unter besonderen Umständen - die Malaria und bestimmte Virusencephalitiden. Beispiele für eine erfolgte Verschleppung der Pocken auf dem Luftwege werden angeführt. Danach wird die Möglichkeit einer Verschleppung von Arthropoden auf dem Luftwege besprochen, die - abweichend von Urteilen aus der Anfangszeit des internationalen Luftverkehrs - als weniger bedrohlich für die Seuchenlage angesehen wird. Die Voraussetzungen für eine erfolgreiche Arthropodenverschleppung und die Ergebnisse der entomologischen Inspektion von Flugzeugen werden besprochen. Es ergibt sich, daß die Verbreitung von Pflanzenschädlingen auf diesem Wege eher möglich zu sein scheint. Schließlich wird noch die Möglichkeit einer Verschleppung von Nagern auf dem Luftwege diskutiert, jedoch als gering eingeschätzt.

Überleitend zu den sanitären Maßnahmen im Luftverkehr wird ein Abriß der Geschichte internationaler sanitärer Abkommen gegeben. Es erweist sich hier, daß erste Bemühungen um die Mitte des

19. Jahrhunderts einsetzten, jedoch erst durch zunehmende wissenschaftliche Erkenntnisse die gesicherte Basis erhielten, auf der sich kommerzielle und sanitäre Gesichtspunkte gegeneinander abgrenzen ließen. Wesentliche Fortschritte waren der Austausch epidemiologischer Informationen und die Gründung eines ständigen Ausschusses. Seit 1933 wurde der Luftverkehr in die sanitären Abkommen einbezogen. Die in den folgenden Jahren abgeschlossenen Verträge litten unter einem beschränkten Geltungsbereich und dem Nebeneinander vieler zwischenstaatlicher Abmachungen. Eine Änderung brachte die WHO, die ihre Tätigkeit am 1.12.1946 aufnahm. 1951 wurden die ISR beschlossen und 1957 ergänzt. Der Mechanismus der Annahme und Abänderung wird dargestellt. 1960 erschienen Empfehlungen der WHO für die besonderen Belange des Luftverkehrs.

Die sanitären Maßnahmen im Luftverkehr werden im einzelnen dargestellt. Die Betonung liegt auf der Prophylaxe, die Schwierigkeit besteht jedoch darin, rechtzeitig die Notwendigkeit sanitärer Maßnahmen zu erkennen. Das zu diesem Zweck von der WHO geschaffene System der "local area" wird beschrieben, außerdem die Einrichtung und Klassifizierung von Flughäfen.

Am Beginn steht die sanitäre Kontrolle auf Flughäfen, d.h. das Vorgehen bei der Versorgung mit Trinkwasser und Nahrungsmitteln und bei der Abfallbeseitigung. Die Behandlung von Luftreisenden nimmt besonderen Raum ein. Der überragende Wert der Schutzimpfung wird erläutert. Die sanitären Maßnahmen selbst umfassen ärztliche Untersuchung, Überwachung und Isolierung. Indikation und Durchführung werden angegeben. Es folgt die Darstellung der Insektenkontrolle, d.h. der "insect quarantine" und der Desinsektion. Für letztere werden Indikation, Zeitpunkt, Methode der Wahl und die verwendeten Mittel angegeben. Als Methode der Zukunft erscheint die automatische Desinsektion verbunden mit der Anwendung von Residual-Insektiziden. Für die Nagerkontrolle können im wesentlichen die im Schiffsverkehr gebräuchlichen Methoden übernommen werden.

Als Schlußfolgerung ergibt sich eine auffallende Diskrepanz zwischen den Befürchtungen vor allem aus der Anfangszeit des internationalen Luftverkehrs und den tatsächlichen Vorkommnissen, die jedoch nicht bagatellisiert werden sollen. Die Wirksamkeit und Nützlichkeit der ISR - vor allem gegenüber ungerechtfertigten Anordnungen einzelner Staaten - wird herausgestellt. Als reale Gefahr wird der Transport von infizierten Luftreisenden aufgefaßt, während die Verschleppung von tierischen Überträgern nur bedingt als gefährlich erscheint. Die Notwendigkeit präventiver Maßnahmen wird dadurch nicht berührt, da sie von möglichen - und nicht nur von wahrscheinlichen - Gefahren bestimmt wird.

G. LITERATURVERZEICHNIS

(1) ANDRES, K.H. et al., Dtsch. med. Wschr. 83, 12-7 (1958)

(2) BARRETT, R.H., Brit. Med. J. 2, 329 (1949)

(3) BERGIN, K. G., Practitioner, London, 160, 437-43 (1948)

(4) BOWEY, G. S., Aircr. Enging 25, 101-7 (1953)

(5) BRITISH MINISTRY OF HEALTH, Bacteriological examination of water supplies, 1939, London

(6) Brit. Med. J. 1, 22-3 (1949)

(7) Bull. World Health Org. 8, 527-33 (1953)

(8) BUREN, W. F., Publ. Health Rep., Wash., 63, 1404 (1948)

(9) Chron. World Health Org. 7, 248

(10) COOLEY, C. E., J. econ. Ent. 40, 129-32 (1947)

(11) CUMBERLAND, C. H., BOWEY, G. S., Aircr. Enging 23, 322-9 (1951)

(12) CUMMING, H. S., Bull. Off. internat. hyg. publ. 30, 1998 - 2001 (1938)

(13) DETHIER, V. G., J. econ. Ent. 38, 528-31 (1945) ref. in Trop. Dis. Bull. 43, 598 (1946)

(14) DORAISINGHAM, M., Med. J. Malaya 11, 76-9 (1956)

(15) DUGUET, J., Bull. World Health Org. 2, 155-91 (1949)

(16) DUMBLETON, L. J., Nature, London, 165, 452 (1950)

(17) DUNNAHOO, G. L., J. Aviat. Med. 23, 3-9 (1952)

(18) ELTON, N. W., Publ. Health Rep., Wash., 67, 426 (1952)

(19) FINDLAY, G. M., Brit. Med. J. 2, 979-82 (1946)

(20) FULTON, R. A., MCBRIDE, O. C., SULLIVAN, W. N., J. econ. Ent. 42, 123-6 (1949)

(21) FULTON, R. A., NELSON, R. H., SMITH, F. F., J. econ. Ent. 43, 223-4 (1950)

(22) FULTON, R. A., GELARDO, R. P., SULLIVAN, W. N., J. econ. Ent. 45, 540-1 (1952)

(23) GAUD, M., Sem. hôp., Paris, 24, 201-04 (1948)

(24) GEAR, H. S., DEUTSCHMAN, Z., Chron. World Health Org. 10, 273-344 (1956)

(25) GORDON SMITH, C. E., Med. J. Malaya 11, 63-9 (1956)

(26) GRIFFITTS, T. H. D., GRIFFITTS, J. J., Publ. Health Rep., Wash., 46, 2775-82 (1931)

(27) GRIFFITTS, T. H. D., Amer. J. Trop. Med. 13, 283-90 (1933)

(28) GRIFFITTS, T. H. D., MICHEL, C., Bull. Off. internat. hyg. publ. 27, 550-9 (1935)

(29) HARGETT, M. V., Bull. Off. internat. hyg. publ. 30, 1981-6 (1938)

(30) HARGETT, M. V., Bull. Off. internat. hyg. publ. 33, 279-87 (1941)

(31) HERRLICH, A., Die Pocken, Stuttgart, 1960

(32) HEWER, T. F., Lancet, London, 2, 496-9 (1934)

(33) HICKS, E. P., DIWAN.CHAND, S., Rec. Malaria Survey India 6, 73-90 (1936)

(34) HOFFMAN, R. A., LINDQUIST, A. W., J. econ. Ent. 42, 436-8 (1949)

(35) HUGHES, J. H., Publ. Health Rep., Wash., Suppl. 210, 1-38 (1949)

(36) Internat. Digest Health Legisl., Genf, 6, 379-435 (1955)

(37) JAMES, S. P., Bull. Off. internat. hyg. publ. 22, 2278-90 (1930)

(38) JAMES, S. P., Bull. Off. internat. hyg. publ. 26, 1048-56 (1934)

(39) KISLIUK, M. Jr., Ent. News 40, 196-7 (1929)

(40) KYLE, J., Brit. Med. J. 2,1115 (1948)

(41) LAIRD, M., Transact. Roy. Soc. New Zealand, Wellington, 77, 93-114 (1948)

(42) LAIRD, M., Nature, London, 166, 1081 (1950)

(43) LAIRD, M., Zool. Publ., Vict. Univ. Coll., Wellington, No. 11, 1-30 (1951)

(44) LAIRD, M., J. Roy. aeron. Soc., London, 55, 735-43 (1951)

(45) LAIRD, M., J. Aviat. Med. 23, 280-5 (1952)

(46) LAIRD, M., Med. J. Malaya 11, 40-61 (1956)

(47) Lancet, London, 2, 613 (1928)

(48) Lancet, London, 2, 304 (1930)

(49) LAVIER, G., Bull. Acad. nat. méd., Paris, 131, 285-7 (1947)

(50) LE BOURDELLÈS, B., LESAFFRE, V., ROGEZ, C., Bull. Off. internat. hyg. publ. 38, 449-52 (1946)

(51) LEE, D.J., Proc. Linn. Soc. New South Wales, Sidney, 76, 6-19 (1951)

(52) LEGENDRE, J., Presse méd., Paris, 41, 84-5 (1933)

(53) LEROUX et al., Presse méd., Paris, 63, 639-42 (1955)

(54) MACKIE, F. P., CRABTREE, H. S., Lancet, London, 2, 447-50 (1938)

(55) MAGATH, T. B., J. Aviat. Med. 16, 165-74 (1945)

(56) MAGATH, T. B., KNIES, P. T., Mil. Surgeon, Wash., 96, 209-22 (1945)

(57) MASSEY, A., Brit. Med. J. 2, 296-7 (1931)

(58) MASSEY, A., Epidemiology in Relation to Air Travel, London, 1933

(59) MCFARLAND, R. A., Human Factors in Air Transport Design, New York, 1946

(60) MCFARLAND, R. A., Human Factors in Air Transportation: Occupational Health and Safety, New York, 1953

(61) MEGONELL, W. H., CHAPMAN, H. W., Publ. Health Rep., Wash., 71, 360-8 (1956)

(62) MICHEL, C., Bull. Off. internat. hyg. publ. 27, 553-7 (1935)

(63) MILLER, A., BURGESS, R. W., CARPENTER, S. J., J. Nat. Malaria Soc., Tallahassee, 6, 227-43 (1947)

(64) MONTGOMERY, J. H., Month. Bull. St. Plant Bd. Florida, Gainesville, 12, 196-204 (1928)

(65) Monthly Bull. Min. Health, London, 3, 108-10 (1944), ref. in Trop. Dis. Bull. 41, 869-71 (1944)

(66) MORHOUSE, C. H., J. Aviat. Med. 19, 389-92 (1948)

(67) OEDING, P., Nord. hyg. tskr. 28, 169-78 (1947)

(68) Off. Rec. World Health Org. 56, 46

(69) Off. Rec. World Health Org. 56, 54

(70) Off. Rec. World Health Org. 72, 36

(71) Off. Rec. World Health Org. 72, 37-8, 79, Annex 1, Section 22

(72) Off. Rec. World Health Org. 79, Annex 1, section 11

(73) PIMENTEL, D., KLOCK, J. W., Amer. J. Trop. Med. 3, 191-4 (1954)

(74) Publ. Health Rep., Wash., 52, 414 (1937)

(75) Publ. Health Rep., Wash., 52, 1027-30 (1937)

(76) Publ. Health Rep., Wash., 57, 716-7 (1942)

(77) Publ. Health Rep., Wash., 58, 157-93 (1943)

(78) Publ. Health Rep., Wash., 61, 371-84 (1946)

(79) QUARTERMAN, K. D., SULLIVAN, W. N., J. econ. Ent. 46, 715-6 (1953)

(80) RAWLINSON, E. G., Lancet, London, 1, 111-4 (1932)

(81) RICHARDS, H., Bull. Off. internat. hyg. publ. 30, 563-7 (1938)

(82) ROSS, G. A. P., Bull. Off. internat. hyg. publ. 30, 2002-31 (1938)

(83) ROUBAUD, E., Compt. rend. Acad. sc., Paris, 194, 1694-6 (1932)

(84) SCHLOSSBERGER, H., Kriegsseuchen, Jena, 1945

(85) SENIOR WHITE, R. A., KIRKPATRICK, T. W., Nature, London, 164, 60-1 (1949)

(86) SHANNON, R. C., Brasil-med. 44, 515-6 (1930)

(87) SHANNON, R. C., Amer. J. Hyg. 15, 634-63 (1932)

(88) SHERMAN, R. W., J. econ. Ent. 46, 499-502 (1953)

(89) SICÉ , A., SAUTET, J., ETHES, Y., Rev. med. hyg. trop.,Paris, 31, 137-9 (1939)

(90) SINTON, J. A., Health Bull. No. 20, India Med. Dep.. Delhi, 1934

(91) SOPER, F. L. et al., Amer. J. Hyg. 18, 555-87 (1933)

(92) SOPER, F. L., WILSON, D. B., Anopheles gambiae in Brasil, 1930 to 1940, New York, 1943

(93) SPRANGER, H., Dtsch. med. Wschr. 62, 514-7 (1936)

(94) SULLIVAN, W. N., J. econ. Ent. 44, 125-6 (1951)

(95) SULLIVAN, W. N., J. econ. Ent. 45, 544-5 (1952)

(96) SYMES, C. B., Rec. Med. Res. Laborat., Nairobi, No. 6, 1-16 (1935), zit. nach Bull. Off. internat. hyg. publ. 28, 1357-60 (1936)

(97) SYMES, C. B., Quart. Bull. Health Org. League of Nat. 5, 79-86 (1936)

(98) SYMES, C. B., Bull. Off. internat. hyg. publ. 29, 1150-7 (1937)

(99) TANON, L., BOYER, J., TOURRET, Bull. Acad. nat. méd., Paris, 132, 420-1 (1948)

(100) THEILER, M., Yellow Fever, in RIVERS, T. M., HORSEFALL, F.L., Viral and Rickettsial Infections of man, London, 1959, 343-60

(101) TROLLI, G., Bull. Off. internat. hyg. publ. 24, 603-12 (1932)

(102) TROLLI, G., Bull. Inst. Roy. Colon. Belge, Bruxelles, 3, 601-30 (1932)

(103) UNITED STATES PUBLIC HEALTH SERVICE, Handbook on Sanitation of Airlines, Public Health Service publication 308, 1953

(104) WELCH, E. V., Publ. Health Rep., Wash., 54, 561-6 (1939)

(105) WHITFIELD, F. G. S., Bull. entom. Res. 30, 365-442 (1939)

(106) WHITFIELD, F. G. S., Bull. Off. internat. hyg. publ. 33, 288-97 (1941)

(107) WHITTINGHAM, H. E., J. Aviat. Med. 23, 186-93 (1952)

(108) WHITTINGHAM, H. E., Brit. med. J. 1, 556-8, 610-2 (1953)

(109) WHITTINGHAM, H. E., Brit. J. Clin. Practice 11, 409-15 (1957)

(110) WILLIAMS, C. L., DREESEN, W. C., Publ. Health Rep., Wash., 50, 663-71 (1935)

(111) WILLIAMS, C. L., Publ. Health Rep., Wash., 55, 1005-10 (1940)

(112) World Health Org. Techn. Rep. Ser. 41 (1951)

(113) World Health Org. Techn. Rep. Ser.104 (1956)

(114) World Health Org. Techn. Rep. Ser.125 (1957)

(115) World Health Org. Techn. Rep. Ser.174 (1959)

(116) WORLD HEALTH ORGANIZATION, International Sanitary Regulations, Geneva, 1957

(117) WORLD HEALTH ORGANIZATION, International Standards for Drinking-water, Geneva, 1958

(118) WORLD HEALTH ORGANIZATION, Guide to Hygiene and Sanitation in Aviation, Geneva, 1960

(119) Weekly Epidemiol. Rec. 35, 322-6 (1960)

(120) ZUMPT, F., Nocht Festschr., Hamburg, 699-704 (1937)

Herrn Prof.Dr. N a u c k spreche ich meinen Dank aus für die freundliche Überlassung des Themas dieser Arbeit und für die Unterstützung bei ihrer Abfassung.

Mein Dank gilt außerdem Herrn Prof.Dr. W e y e r für seine Beratung besonders in entomologischen Fragen.

LEBENSLAUF

Am 27.2.1933 wurde ich in Bünde/Westf. geboren. Ich besuchte dort die Volksschule und das Neusprachliche Gymnasium bis zur Reifeprüfung 1953.

Im Wintersemester 1953/54 begann ich in Freiburg/Br. mit dem Studium der Medizin. Nach fünf vorklinischen Semestern legte ich dort im Frühjahr 1956 die Ärztliche Vorprüfung ab. Die folgenden klinischen Semester absolvierte ich in Freiburg, München und Hamburg, wo ich im Sommer 1959 die Ärztliche Prüfung bestand.

Meine Medizinalassistentenzeit begann an der I. Medizinischen Abteilung und wurde fortgesetzt an der Neurologischen Abteilung des Allgemeinen Krankenhauses Heidberg in Hamburg. Die chirurgische und geburtshilflich-gynäkologische Ausbildung erhielt ich im Allgemeinen Krankenhaus Wandsbek, wo ich jetzt in der Kinderabteilung tätig bin.

Herstellung:
XEROGRAPHIE und ROTAPRINT- Offset
G M L Wittenborn Söhne Hamburg 13